

UNIVERSITÉ DU QUEBEC

MEMOIRE PRESENTE A
L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAITRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
BRUNO BUSSIERES

ANALYSE DE LA DISTRIBUTION DES POPULATIONS LARVAIRES
DE MOUSTIQUES (Diptera: Culicidae) DANS UNE TOURBIERE A PALSES.
POSTE-DE-LA-BALEINE, QUEBEC

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RESUME	iv
REMERCIEMENTS	vi
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix

CHAPITRE I INTRODUCTION

CHAPITRE II LE MILIEU

II.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	II-1
II.1.1	L'HEMIARCTIQUE AU QUEBEC-LABRADOR	II-3
II.2	LE CLIMAT	II-4
II.3	ETUDES BOTANQUES	II-6
II.4	LES PALSES	II-8
II.5	LES CULICIDES	II-10
II.5.1	BIOLOGIE GENERALE	II-10
II.5.2	LES ETUDES ANTERIEURES	II-14

CHAPITRE III MATERIEL ET METHODES

III.1	LA NOTION DE "NIVEAU ECOLOGIQUE" OU "UNITE ECOLOGIQUE"	III-1
-------	---	-------

III.2	LES CULICIDES	III-2
III.3	LA VEGETATION	III-5
III.4	LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	III-6
III.5	CALCULS ET ANALYSE STATISTIQUE	III-6

CHAPITRE IV RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1	LA VEGETATION	IV-1
IV.1.1	ANALYSE FLORISTIQUE	IV-1
IV.1.2	LES GROUPEMENTS VEGETAUX	IV-6
IV.2	LES MOUSTIQUES	IV-19
IV.2.1	LES ESPECES ET LEUR PHENOLOGIE	IV-19
IV.2.2	ANALYSE QUANTITATIVE	IV-23
IV.2.3	ANALYSE DE GROUPEMENT DES ESPECES	IV-27
IV.2.4	ANALYSE DE GROUPEMENT DES ECHANTILLONS	IV-30
IV.3	LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES GITES CULICIDIENS	IV-32
IV.4	LES UNITES ECOLOGIQUES	IV-36
IV.5	L'ANALYSE DISCRIMINANTE	IV-39

CHAPITRE V SYNTHESE ET CONCLUSION

V.1	RELATIONS HABITATS-ESPECES DE MOUSTIQUES	V-1
V.2	SOMMAIRE DES ANALYSES STATISTIQUES	V-3

V.3	LIMITES DE LA METHODE	V-6
V.4	CONSIDERATIONS ET AVENUES DE RECHERCHE	V-7

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	93
ANNEXES	

I LISTE DES TAXONS

II LISTE DES SPHAIGNES

RESUME

ANALYSE DE LA DISTRIBUTION DES POPULATIONS LARVAIRES DE MOUSTIQUES (Diptera: Culicidae) DANS UNE TOURBIERE A PALSES. POSTE-DE-LA-BALEINE, QUEBEC.

Les tourbières à paises sont caractéristiques des régions à pergélisol discontinu au Canada, en Scandinavie et en URSS. La tourbière étudiée est située dans la région de Poste-de-la-Baleine (55°16' N, 77°48' O) à la limite entre la taiga subarctique et la toundra forestière. La distribution des populations larvaires de moustiques est analysée en tenant compte des groupements végétaux, méthode qui a donné d'excellents résultats dans les zones tempérée, boréale et subarctique. La sélectivité des habitats larvaires par les moustiques est testée par analyse discriminante multivariée (DFA) à partir de mesures quantitatives. Trois types d'analyse de groupement (clustering) sont utilisées afin de mettre en évidence la structure des populations larvaires de moustique ainsi que celle des communautés végétales. Des 9 espèces présentes dans la tourbière, 4 ont des populations larvaires présentant une fréquence élevée, soit: Aedes. hexodontus (93%), A. punctor (47%), A. communis (23%) et A. excrucians (21%). Six groupements végétaux ont été mis en évidence, soit: la cariçaie à Carex aquatilis, la scirpaie à Scirpus cespitosus, la saulaie à Salix argyrocarpa, la pessière à mousses, la pessière à cladonies et la bétulaie à Betula glandulosa. Les résultats obtenus à partir de l'analyse discriminante indiquent une apparente non sélectivité dans le

choix des sites de ponte des espèces dominantes. Par contre A. communis et A. canadensis sont confinés a des mares spécifiques. La nature des mares serait préférées a l'habitat. Le rôle indicateur de la végétation par rapport aux habitats larvaires de moustique serait plus faible dans l' Hémiarctique que dans les zones bioclimatiques plus au sud. Il semble que la diversité des habitats dans la tourbière à paises étudiée est réduite par l'homogénéité des conditions hydrologiques, la présence d'argile au travers de la tourbe suite à la dégradation des paises et la structure relativement simple de la végétation. L'interprétation des résultats tient compte que les facteurs du milieu mis en évidence par la végétation n'expliquent qu'une partie du choix des femelles de moustique pour leur site d'oviposition. Des avenues de recherche en milieu nordique sont présentées.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons des remerciements très sincères à monsieur Alain Maire pour nous avoir proposé cette étude et pour son aide et direction tout au long de cette recherche. Nous tenons également à exprimer notre gratitude à monsieur Antoine Aubin pour ses judicieux conseils lors de l'élaboration de l'échantillonnage et du traitement des données.

Nous sommes reconnaissant à monsieur Serge Payette directeur du Centre d'études Nordiques de l'Université Laval, pour nous avoir facilité l'accès à Poste-de-la-Baleine et nous avoir communiqué son enthousiasme débordant pour les études nordiques. Nous sommes également reconnaissant à monsieur Robert Gauthier pour avoir accepté de vérifier et identifier nos échantillons de sphaignes ainsi que monsieur Jacques Cayouette pour la vérification des plantes vasculaires.

Nous tenons à remercier aussi monsieur Jean-Pierre Beaudoin pour l'identification des moustiques, monsieur André Leblanc pour son aide et ses conseils dans l'emploi des logiciels SPSS et BMDP ainsi que dans la préparation de tableaux et figures, monsieur Christian Back pour son encouragement et ses conseils, madame Suzanne Dupuis qui m'a aidé à la récolte de plantes, monsieur Alain Chalifour pour son aide dans l'utilisation de l'ordinateur et certains aspects mathématiques, et

madame Céline Guilbert pour avoir dactylographié plusieurs tableaux.

Nous remercions aussi monsieur Claude Chouinard du service de l'informatique de l'Université du Québec à Trois-Rivières, monsieur André Paquette du département de mathématiques et monsieur Claude Tessier, chercheur, pour nous avoir facilité l'accès au traitement de texte par ordinateur.

Nos plus sincères remerciements vont également à tous les membres du Groupe de recherche sur les insectes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières et du Centre d'études Nordiques de l' Université Laval qu'il serait trop long de nommer ici, lesquels de par leur discussion et l'amitié qu'ils nous ont témoignée nous ont beaucoup aidé.

Enfin, cette étude a été rendue possible grâce à une subvention de la Fondation Donner du Canada attribuée à monsieur Antoine Aubin, d'une subvention du Ministère des Affaires Indiennes et du Nord du Canada et d'une subvention du Fonds FCAC attribuée à messieurs Alain Maire et Antoine Aubin. Nous leur exprimons toute notre gratitude.

LISTE DES TABLEAUX

1. Nombre d'espèces par famille	35
2. Comparaison entre les spectres biologiques de la tourbière à palses (TP) et Poste-de-la-Baleine (PDLB)	36
3. Comparaison des affinités géographiques entre les flores de la tourbière à palses (TP) et Poste-de-la-Baleine (PDLB)	38
4. Caractéristiques des strates de la végétation de la tourbière à palses.	40
5. Caricaie, Scirpaie, Saulaie et culicides	43
6. Pessières.	45
7. Fréquence et densité moyenne des espèces de moustiques pour l'ensemble de la tourbière (juin et juillet)	58
8. Fréquence et densité moyenne des espèces de moustiques classées par groupements végétaux selon le mois de juin et juillet.	59
9. Caractéristiques physico-chimiques des gîtes culicidiens classés par groupements végétaux selon trois périodes de mesures.	66
10. Les unités écologiques de la tourbière à palses.	71
11. Résultats de l'analyse discriminante par étapes.	74
12. Espèces végétales et culicidiennes choisies de la caricaie à <u>Carex aquatilis</u> classées selon l'état de dégradation des palses. . .	80

LISTE DES FIGURES

1. Localisation de Poste-de-la-Baleine et de la tourbière à paises étudiée.	6
2. Situation géographique de la toundra forestière au Québec-Labrador.	9
3. Température moyenne et précipitations totales pour les mois de juin et juillet 1982 à Poste-de-la-Baleine.	11
4. Distribution du pergélisol au Québec-Labrador.	13
5. Localisation des mares échantillonnées et classification des paises selon leur état de dégradation.	22, 42
6. Abaque donnant les indices d'abondance-dominance des culicides. .	27
7. Schéma de l'analyse discriminante.	31
8. Carte schématique des groupements végétaux et localisation des transects topographiques.	41
9. Répartition des groupements végétaux selon le gradient topographique (Exagération de l'angle de pente 10 %).	47
10. Liste des espèces de moustiques inventoriées à Poste-de-la-Baleine.	53
11. Distribution latitudinale de 16 espèces de moustiques holarctiques à travers les zones et sous-zones bioclimatiques du Québec-Labrador .	54
12. Représentation schématique de la phénologie des larves de Culicidae à Poste-de-la-Baleine.	55
13. Matrice de corrélations entre les espèces de moustiques de la tourbière à paises.	61
14. Dendrogramme. Analyse de groupement des espèces.	62

15. Dendrogramme. Analyse de groupement des échantillons. 64

16. Droite de régression entre la température de l'eau des mares et celle de l'air dans la tourbière à paises. (Mares de caricaie juin et juillet 1982) 68

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Depuis 1973, des études écologiques sur les espèces de moustiques du Québec sont entreprises au sein du Groupe de recherches sur les insectes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Plusieurs régions ont été prospectées, principalement dans les zones bioclimatiques tempérées et subarctiques.

Ces études ont été menées grâce à l'approfondissement d'une méthode d'analyse du milieu basée sur la notion d'unité écologique dont le principe essentiel consiste à mettre en évidence les relations existant entre la présence des groupements végétaux et les populations larvaires de moustiques. La végétation en intégrant assez bien, d'une façon générale, les conditions du milieu, il était donc possible en étudiant la répartition des populations larvaires de moustiques à l'intérieur des différents groupements végétaux des zones biogéographiques du Québec de cerner quels sont les facteurs du milieu amenant les espèces de moustiques à sélectionner leurs gîtes de développement larvaire.

Ces études dans les zones tempérée, boréale et subarctique ont déjà fait l'objet de synthèses (Maire et Aubin 1980; Maire 1980b). Ainsi il appert que les facteurs écologiques qui semblent prépondérants dans le choix des espèces pour le type de milieu sont: l'acidité du milieu traduite plus ou moins directement par le substrat (argileux, argilo-limoneux, tourbeux), le mode de mise en eau et le degré d'ensoleillement. De plus Maire (1982), dans une analyse détaillée de la distribution des espèces de moustique au sein des groupements végétaux de tourbières réticulées du Subarctique, arrive à la conclusion que les espèces de moustiques étudiées sont plus sensibles aux paramètres écologiques propres à l'ensemble d'un groupement végétal que ceux propres à chacune des mares distribuées au sein de ce même groupement. Ainsi à chaque groupement végétal correspond une communauté de moustiques relativement stable.

L'étude des milieux à larves de moustiques sur tourbe est intéressante vu l'importance des dépôts organiques au Québec et de la zonation des types de tourbières en fonction de la latitude. Ainsi, pour simplifier, l'on distingue une zone méridionale à hautes tourbières ou tourbières bombées au sud du 50e parallèle, une zone intermédiaire riche en tourbières réticulées ou structurées entre le 51 et le 54 degré de latitude nord (Thibodeau et Cailleux 1973), et une zone septentrionale à pales s'étendant jusqu'au 58e degré lat. N. (Dionne 1978, Brown 1979).

Jusqu'à présent aucune étude des populations larvaires de moustiques présentes dans les tourbières à pases n'a été effectuée. Il nous apparaissait intéressant compte tenu des recherches antérieures en milieu tourbeux des zones plus méridionales (Maire et Aubin 1976, Maire 1977, Mailhot 1979, Maire 1982), d'intégrer une analyse détaillée d'une tourbière à pases dans le cadre d'une étude quantitative plus vaste des populations larvaires de moustique dans l'Hémiarctique (Maire et Bussièrès 1983).

Le problème que cette recherche aborde est de vérifier la sélectivité des habitats par les moustiques en milieu tourbeux hémiarctique. Dans cette étude nous nous proposons de connaître la distribution qualitative et quantitative des populations larvaires de moustiques présentes au sein de la tourbière à pases, d'examiner la distribution des espèces végétales sous l'angle de la phytosociologie et de préciser la nature physico-chimique des gîtes à larves de moustique. Ces renseignements permettront ensuite d'apprécier les relations existant entre la présence des groupements végétaux de la tourbière et les populations larvaires de moustiques correspondantes. Les résultats seront comparés à ceux obtenus dans les zones plus méridionales. Cette étude est restreinte géographiquement à la région de Poste-de-la-Baleine.

CHAPITRE II

LE MILIEU

II.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Poste-de-la-Baleine ($55^{\circ} 17'N$, $77^{\circ} 46'O$) est situé près de l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine, sur la côte orientale de la mer d'Hudson (Wilson 1968). Cette localité est comprise dans la zone bioclimatique ~~Hém~~arctique.

La tourbière à paises étudiée ($55^{\circ} 13'N$, $77^{\circ} 47'O$) se situe sur la rive sud de la rivière du Cen, soit approximativement à six kilomètres de la station du Centre d'Etudes Nordiques de l'Université Laval (Fig. 1). A une altitude moyenne de 75 mètres, elle occupe une superficie de 82,9 hectares ($0,83 \text{ Km}^2$) dans une cuvette formée par le socle granitique.

Cette tourbière a été choisie en raison de son accessibilité et de la diversité possible des groupements végétaux d'après les photographies

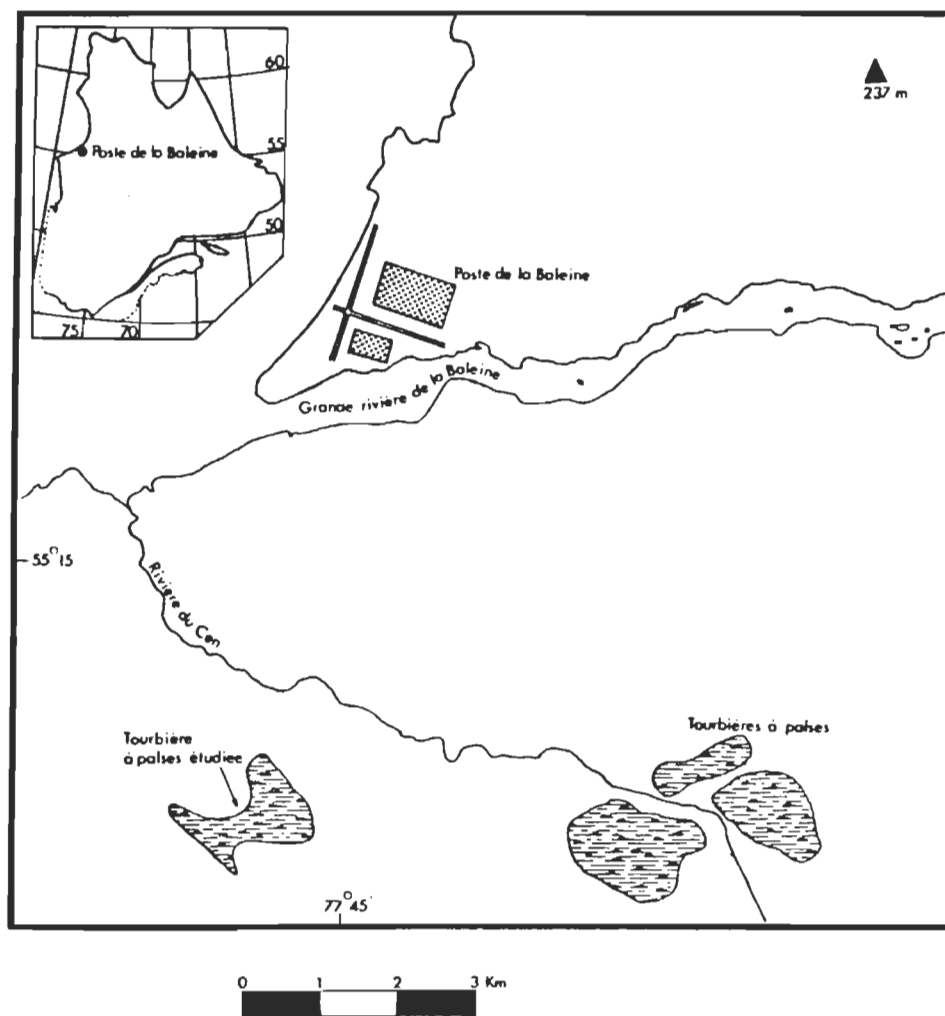


Figure 1. Localisation de Poste-de-la-Baleine et de la tourbière à paises étudiée.

aériennes (HQ 79 1023:231-232. 1/15 000).

II.1.1 L'HEMIARCTIQUE AU QUEBEC-LABRADOR

Tel que défini par Rousseau (1952,1961) et précisé par Ducruc et al (1976), l'Hémiarctique est le domaine de la toundra forestière.

Elle désigne une région comprise entre la limite des forêts continues au sud et la ligne des arbres ("tree line") au nord. Physionomiquement, cette zone se divise en deux sous-zones, une sous-zone forestière méridionale et une sous-zone arbustive septentrionale (fig. 2). La première est caractérisée par un couvert forestier important, particulièrement dans les sites bien pourvus en eau. Les sites édaphiquement impropres à la croissance forestière tels les plateaux et sommets des massifs montagneux sont recouverts d'une végétation arbustive basse. Ces forêts sont en majeure partie constituées d'épinettes noires (Picea mariana (Mill.) BSP. et d'épinettes blanches (Picea glauca (Moench.) Voss.) dont il faut distinguer une bande de 2 à 10 km de largeur le long de la Baie d'Hudson, exceptionnellement de 20 à 25 km dans la région du Golfe de Richmond. Dans la seconde, les forêts d'épinettes noires sont confinées aux dépressions, bien que la végétation arbustive occupe la majeure partie du terrain, le plus souvent sous forme de krummholz (Payette 1983).

Cette zone est très développée au Québec entre le 55° et le 59° N. La température moyenne y est de -4,8 °C, la précipitation de 540 mm et moins (Richard 1978). Ce secteur correspond sensiblement à la région où le nombre de degrés-jours varie de 600 à 800 (Wilson 1971). C'est aussi une zone à pergélisol discontinu. Les tourbières à palsa en sont la manifestation la plus caractéristique.

Du point de vue entomologique, l'Hémiarctique constitue également une zone de transition, où les espèces boréo-tempérées atteignent leur limite de distribution latitudinale, tandis que les espèces holarctiques circumpolaires y atteignent leur limite sud et les espèces arctico-alpines leur aire optimale (Maire et Aubin 1980).

II.2 LE CLIMAT

D'après Wilson (1968), le climat de Poste-de-la-Baleine est de type subarctique. La température moyenne annuelle est de -4,3 °C. La période moyenne sans gel est de 67 jours. La saison de croissance (période où la température moyenne quotidienne est supérieure à 5,6 °C) est de 109 jours et s'étend du début de juin à la fin de septembre. La précipitation moyenne annuelle atteint 680 mm dont 40 % sous forme de neige. Les précipitations de juillet à octobre sont les plus importantes, où il pleut pendant plus de 50% du temps, souvent sous forme de bruine. A cette latitude, la majeure partie de l'activité des culicides se déroule pendant les mois de juin et juillet.

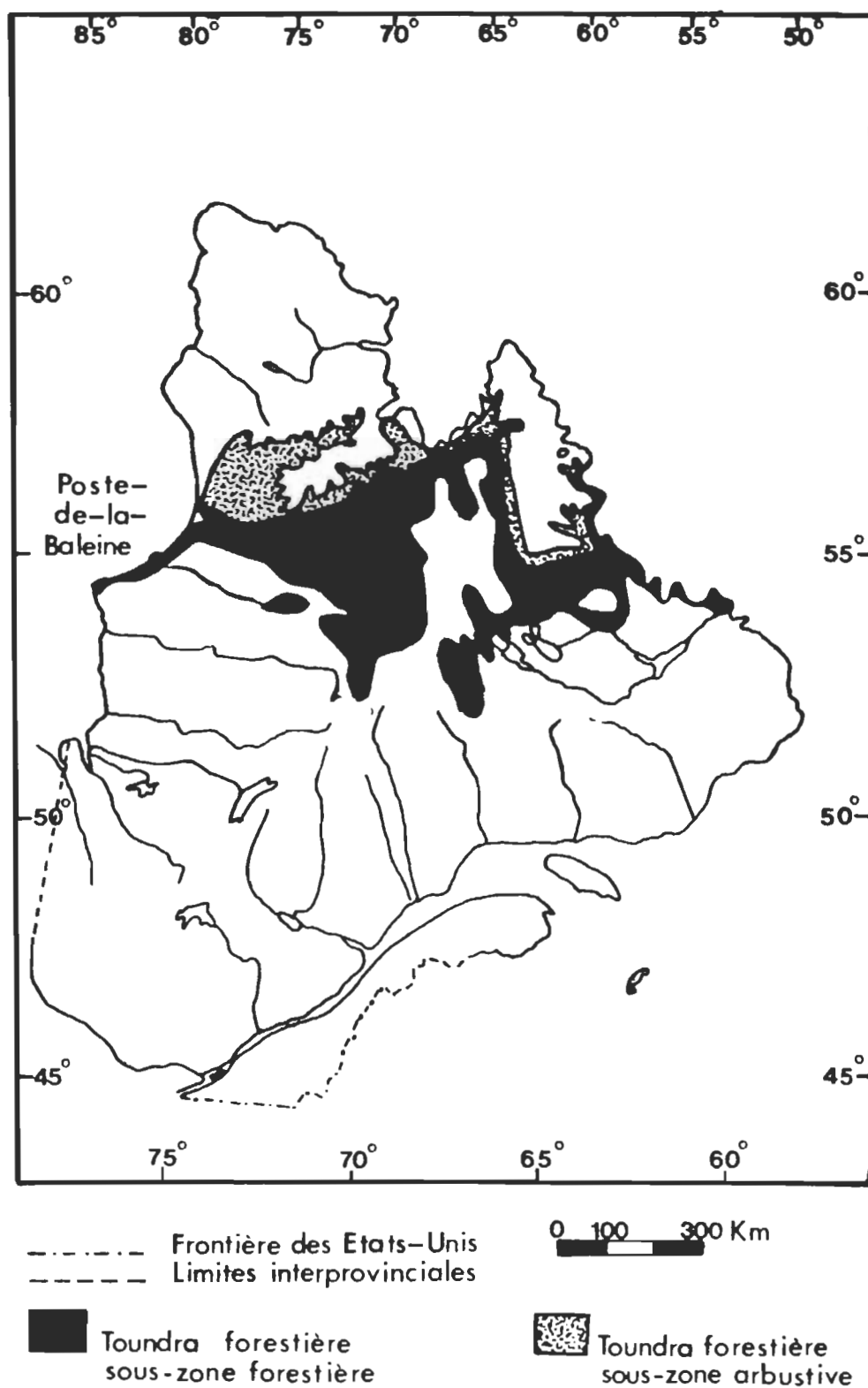


Figure 2. Situation géographique de la toundra forestière au Québec-Labrador

D'après Payette (1983)

Les températures moyennes quotidiennes pour les mois de juin et juillet (1937-1965) sont respectivement de 5,7 °C et 10,4 °C. Les précipitations totales (1930-1961) sont de 54,61 mm et 85,34 mm (Wilson 1968). Un traitement statistique à partir des données météorologiques de la station de Poste-de-la-Baleine (Environnement Canada 1977-1982) a été effectué afin de comparer les données à 17 et 20 ans d'intervalle. Les températures moyennes pour les mois de juin et juillet sont respectivement de 5,7 °C et 10,1 °C. Les précipitations de 73,3 mm et 78,5 mm. On observe une variation de 34 % de plus pour les précipitations au mois de juin et de 8 % de moins en juillet. Les moyennes de température sont comparables. La figure 3 donne la température moyenne et les précipitations totales pour les mois de juin et juillet 1982.

II.3 ETUDES BOTANIKES

La région de Poste-de-la-Baleine a fait l'objet de nombreuses études botaniques. Parmi celles-ci, notons l'analyse floristique de Forest et Legaut (1977), à partir des spécimens d'herbier amassés depuis plus d'un siècle par les explorateurs et botanistes et de récoltes effectuées en 1969 et 1970; les études sur la succession, distribution et formes de croissance des forêts de Picea glauca (Moench.) Voss. et Picea mariana (Mill.) BSP. (Payette 1974, 1975, 1976); la cartographie et les structures de la végétation de la région (Payette et Gauthier 1972).

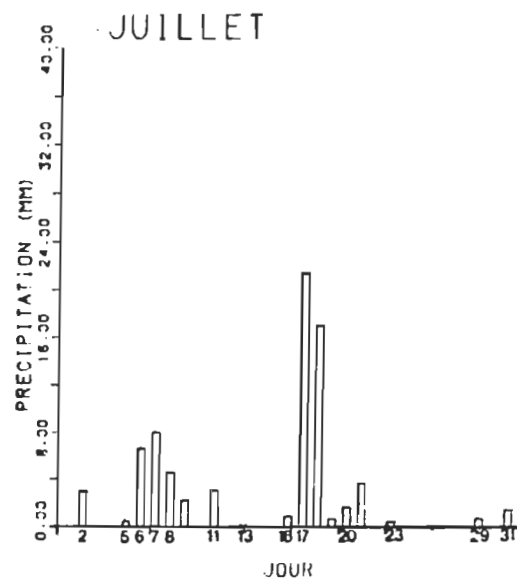
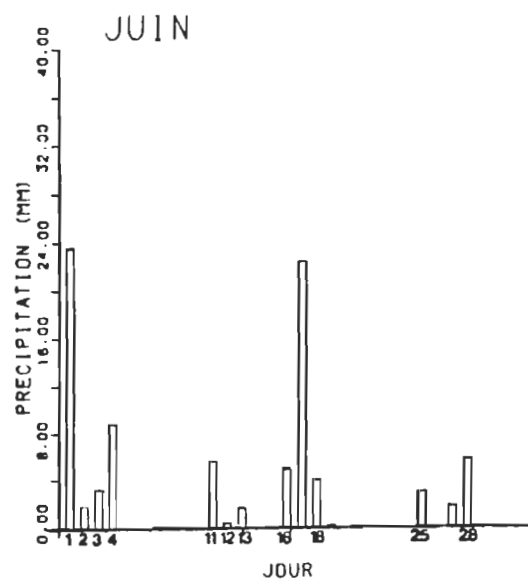
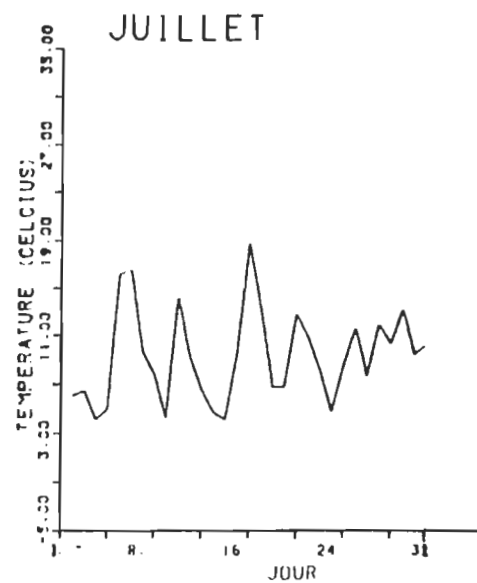
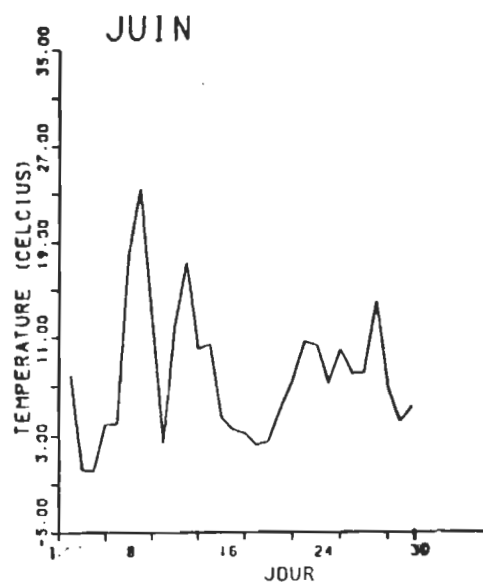


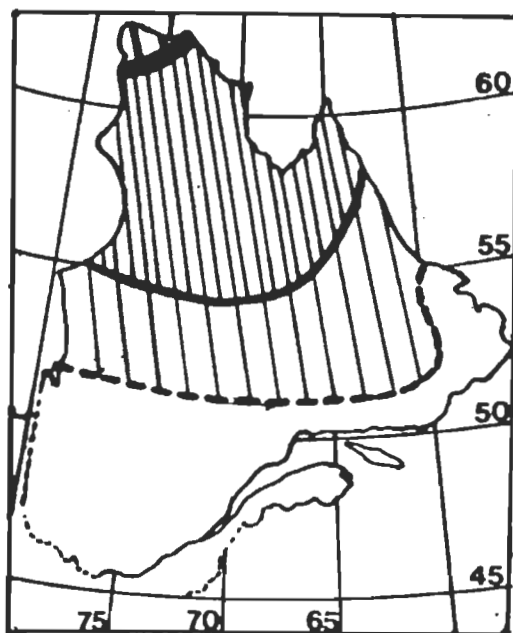
Figure 3. Température moyenne et précipitations totales pour les mois de juin et juillet 1982 à Poste-de-la-Baleine.

D'après Environnement Canada (1982)

Dans la région de Poste-de-la-Baleine, les tourbières à paises se rencontrent principalement au sud de la Grande rivière de la Baleine, entre le 55° et le 55° 14' N., à une altitude comprise entre 60 et 150 m et occupent parfois de grandes étendues (jusqu'à 5 km²) (Dionne 1978). Dans ce contexte, les tourbières à paises, constituant un élément physiographique important de cette région, n'ont pas ou peu été étudiées au point de vue végétal.

II.4 LES PAISES

Les paises sont des buttes cryogènes produites par un gonflement de la surface dû à la ségrégation de glace dans le sol (Dionne 1978). Elles ont de 7 à 20 m de diamètre, 10 à 200 m de longueur et 1 à 7 m de hauteur (Séguin et Crépault 1979). Le coeur de pergélisol est caractérisé par des lentilles de glace généralement de 2 à 3 cm d'épaisseur (Washburn 1973). On les retrouve dans les régions à pergélisol discontinu, au Canada, en Scandinavie et en URSS (Railton 1968). La figure 4 présente la distribution du pergélisol au Québec. La plus grande concentration de paises est située dans la partie ouest entre les limites de la mer de Tyrell et en plus faible proportion dans l'est près de la côte atlantique (Brown 1979). Les paises non boisées se rencontrent principalement entre le 55° et le 56° N, les paises boisées du 52° 24' N au 54° 24' N. (Dionne 1978). En Jamésie-Hudsonie, on retrouve parfois des paises entièrement organiques mais les paises à la fois minérales et organiques demeurent les plus abondantes (Dionne 1978).



Pergélisol continu



Pergélisol discontinu



Marge sud de la région à pergélisol



Limite sud du pergélisol continu



Limite sud du pergélisol

Figure 4. Distribution du pergélisol au Québec-Labrador.

D'après Brown (1970)

Les paises de la tourbière étudiée sont des paises organiques à coeur minéral tel que démontré par l'étude stratigraphique de Séguin et Crépault (1978).

On peut grouper les études réalisées sur les paises sous cinq aspects différents, soit: 1) étude géomorphologique , 2) étude botanique des tourbes (datation pollinique), 3) régime thermique, 4) cycle d'évolution, 5) description des formes et distribution (Séguin et Crépault 1978). Jusqu'à présent, aucune étude n'a été réalisée sur les tourbières à paises en tant qu' écosystème fonctionnel i.e. l'ensemble des organismes vivants et leur relation avec un milieu à présence de pergélisol discontinu. Dans ce mémoire, on s'intéressera non pas aux paises elle-mêmes, mais plutôt à la zone humide entre les buttes, comprenant plusieurs types de mares. La fonte du pergélisol provoquerait l'affaissement du sol autour de la paise et la formation fréquente d'une dépression humide périphérique (Hamelin et Cailleux 1969). Ces mares temporaires ou permanentes sont un lieu de prédilection pour le développement des populations larvaires de moustiques.

II.5 LES CULICIDES

II.5.1 BIOLOGIE GENERALE

Les moustiques appartiennent à l'ordre des Diptères, sous-ordre des Nématocères. Cet ordre groupe plusieurs familles dont les moustiques

(Culicidae), les mouches noires (Simuliidae) et les brulôts (Ceratopogonidae). Les taons (Tabanidae) appartiennent au sous ordre des Brachycères. Au Canada, on a recensé jusqu'à présent 74 espèces de moustiques dont 52 sont présentes au Québec (Wood et al 1979). Le genre Aedes, sous-genre Ochlerotatus comprenant des espèces à biologie très homogène ("snow melt species") est le plus représenté (29 espèces). Comme tous les Diptères, le moustique est un insecte à métamorphose complète. Il passe par quatre stades larvaires et un stade nymphal avant d'atteindre celui de l'insecte parfait ou imago (Wood et al 1979). Son cycle de vie se déroule en deux phases principales. La première en milieu aquatique ou semi-aquatique correspond aux stades de l'oeuf, de la larve et de la nymphe. La seconde en milieu terrestre est celle de l'adulte.

Seule la femelle est hématophage. Ce besoin de sang correspond à une nécessité vitale de l'espèce: il permet aux oeufs d'arriver à maturité. Le besoin de sang est lié à un choix préférentiel selon les espèces. Ainsi, telle espèce ne pique que les mammifères, telle autre les oiseaux, telle autre les batraciens (Pautou et al 1973). Certaines espèces sont autogènes ou autogènes facultatives, cependant le nombre d'oeufs produit sans l'apport protéinique du sang est beaucoup moindre. Le mâle et également la femelle se nourrissent de suc végétal. Le moustique est un important pollinisateur, particulièrement pour les petites fleurs sauvages n'intéressant pas les abeilles (Neilsen 1979).

Les moustiques présents dans l'Hémiarctique ne produisent qu'une génération par année. Ces espèces sont dites univoltines. Celles du genre Aedes passent l'hiver à l'état dormant sous forme d'oeuf. Les oeufs qui sont embryonnés avant l'hiver sont très résistants au froid et à la dessiccation. Un nombre réduit d'espèces (Culiseta alaskaensis et C. impatiens) passent l'hiver à l'état adulte dans des endroits protégés et apparaissent plus tôt au printemps que les adultes du genre Aedes (Danks 1981). Les larves de moustiques se développent dans l'eau dormante ou très faiblement courante. Différentes espèces habitent divers types de mares. Le type d'habitat à développement larvaire est choisi par la femelle lors de la ponte. Cette sélection est gouvernée par un certain nombre de facteurs. Maire (1983), dans une revue de la littérature sur le sujet note que les mécanismes amenant les femelles de moustique à sélectionner leur site de ponte dans les conditions naturelles sont encore mal connus. Les tests effectués en laboratoire montrent qu'un grand nombre de facteurs du milieu très diversifiés peuvent attirer ou stimuler les femelles à pondre en un site donné (paramètres biophysiques, microorganismes, matière organique en décomposition de différentes natures). Des phéromones produites par les oeufs, les larves ou les nymphes selon les genres et les espèces semblent également jouer un rôle actif.

Bien que dans l'Hémiarctique le climat ne soit pas aussi limitant que dans l'Arctique, certaines adaptations sont nécessaires pour

permettre l'existence des moustiques dans cette région. Ces principales adaptations sont l'univoltinisme et l'émergence printanière précoce permettant d'utiliser de façon optimale la courte période estivale. Viennent ensuite des adaptations physiologiques telle la capacité des oeufs à demeurer viables plus d'un hiver (minimisant le risque associé aux variations climatiques annuelles) et la résistance au froid. En effet, les moustiques vivant dans cette région demeurent actifs jusqu'à des températures aussi basses que 1,7 °C et 0 °C pour certaines espèces et capables d'affronter des vents jusqu'à 14 km/h. Ces adaptations stratégiques et physiologiques se complètent par des modifications dans le comportement et les périodes d'activité afin d'éviter le plus possible les conditions défavorables (Danks 1981).

En région tropicale ou sub-tropicale les moustiques sont d'importants vecteurs de maladies (malaria, fièvre jaune, filiarose,...). Au Canada, certaines espèces de moustiques peuvent être des agents de transmission de maladies dues à des arbovirus pathogènes, principalement des encéphalites. Les plus connues sont: l'Encéphalomyélite Equine de l'Est (EEE), l'Encéphalomyélite Equine de l'Ouest (WEE), et l'Encéphalite de Californie (CE). Cette dernière est la plus importante en milieu nordique. Elle est, en fait, un complexe comprenant des virus appartenant à plusieurs souches distinctes. La souche à "Snowshoe Hare" (SSH) de ce groupe est la plus largement distribuée et a été recensée jusqu'au 70e lat. N. (Danks 1981). Notons toutefois que l'infection

virale à SSH n'est pas considérée comme une maladie sérieuse pour l'homme, mais plutôt bénigne, sous-clinique, non contagieuse. De plus, le moustique ne peut acquérir le virus d'une personne contaminée, ce qui limite les possibilités de contagion (Sommerman 1977). Les espèces potentiellement vectrices de cette infection sont: Aedes communis, A. canadensis, A. cinereus, A. fitchii, A. excrucians, A. hexodontus, A. punctor, et A. stimulans (McLean et al 1975; McLean 1979; Wagner et al 1975; Sommerman 1977; Belloncik et al 1982)

II.5.2 LES ETUDES ANTERIEURES

Plusieurs études ont été consacrées à la faune culicidienne des régions nordiques du Canada. Au cours de la période allant de 1947 à 1954, un grand essor fut donné aux recherches dans les régions Arctiques et Subarctiques. Ces recherches avaient pour objet principal un meilleur contrôle des populations d'insectes piqueurs dont la nuisance incommodait le personnel installé dans les bases militaires de surveillance situées au nord du continent. Dans son volume sur les arthropodes arctiques Danks (1981) consacre un chapitre entier aux insectes piqueurs, basé principalement sur les études nordiques réalisées au cours de cette période.

La politique d'aménagement du Moyen-nord développée par le Québec depuis le début des années 1970 a favorisé un nouvel essor d'études écologiques notamment au sein du "Territoire de la Baie de James".

Citons les travaux de Maire et Aubin (1976, 1980); Mailhot (1979); Maire et al (1979); Goyette et Maire (1980); Maire (1980, 1982). Pour la localité de Poste-de-la-Baleine, nous disposons de deux études réalisées à trente ans d'intervalle. (Jenkins et Knight 1950; Maire et Bussières 1983).

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

III.1 LA NOTION DE "NIVEAU ECOLOGIQUE" OU "UNITE ECOLOGIQUE"

Le principe de la méthode d'analyse du milieu utilisée consiste à mettre en évidence les relations existant entre la présence des groupements végétaux et les populations larvaires de moustiques. On distingue ainsi des unités écologiques dénommées "niveaux écologiques" caractérisées aussi bien par le couvert végétal que par les espèces de moustiques. Tel que défini par Pautou et al (1973), le niveau est l'unité biologique élémentaire caractérisé par une composition floristique homogène révélatrice des conditions écologiques tant physico-chimiques que biotiques bien définies. Le niveau est caractérisé par un type de sol, par des conditions d'hydromorphie plus ou moins marquées, par un cortège floristique de composition et de structure homogène et par certaines espèces culicidiennes qui lui sont inféodées.

Cette méthode qui est à la base de recherches entreprises sur l'écologie des populations larvaires de moustiques du Québec et sur la

description des milieux hygrophiles au sein desquels elles se développent fut précisée et approfondie plusieurs fois de 1974 à 1979. Dès le début l'on se rendit compte que l'analyse des populations larvaires de moustiques basée sur la présence ou l'absence des espèces pour mettre en évidence des associations culicidiennes conduisait à des interprétations fallacieuses non en rapport avec la réalité écologique (Maire et Aubin 1976; Maire et al 1979). Il fallait donc trouver un moyen de quantifier les populations larvaires de moustiques d'une façon similaire à celle de la végétation. C'est ainsi que fut appliquée la notion d'abondance-dominance (Guinochet 1973) connue des phytosociologues, aux populations larvaires de moustiques. Ce développement de la méthode permettait donc l'exploitation analogue des résultats obtenus lors de l'analyse d'un groupement végétal et des populations larvaires de moustiques associées. En effet, sur un même tableau on peut représenter de la même façon et en leur attribuant la même valeur biosociologique aussi bien les espèces végétales que culicidiennes (Maire et Aubin 1980). De plus, cette façon de quantifier les données allait également permettre l'exploitation simultanée des paramètres de la végétation et des moustiques à l'aide de l'analyse statistique multivariée.

III.2 LES CULICIDES

La figure 5 donne la localisation des 43 mares échantillonnées dans l'ensemble de la tourbière à paises, du 8 au 13 juin 1982 pour les

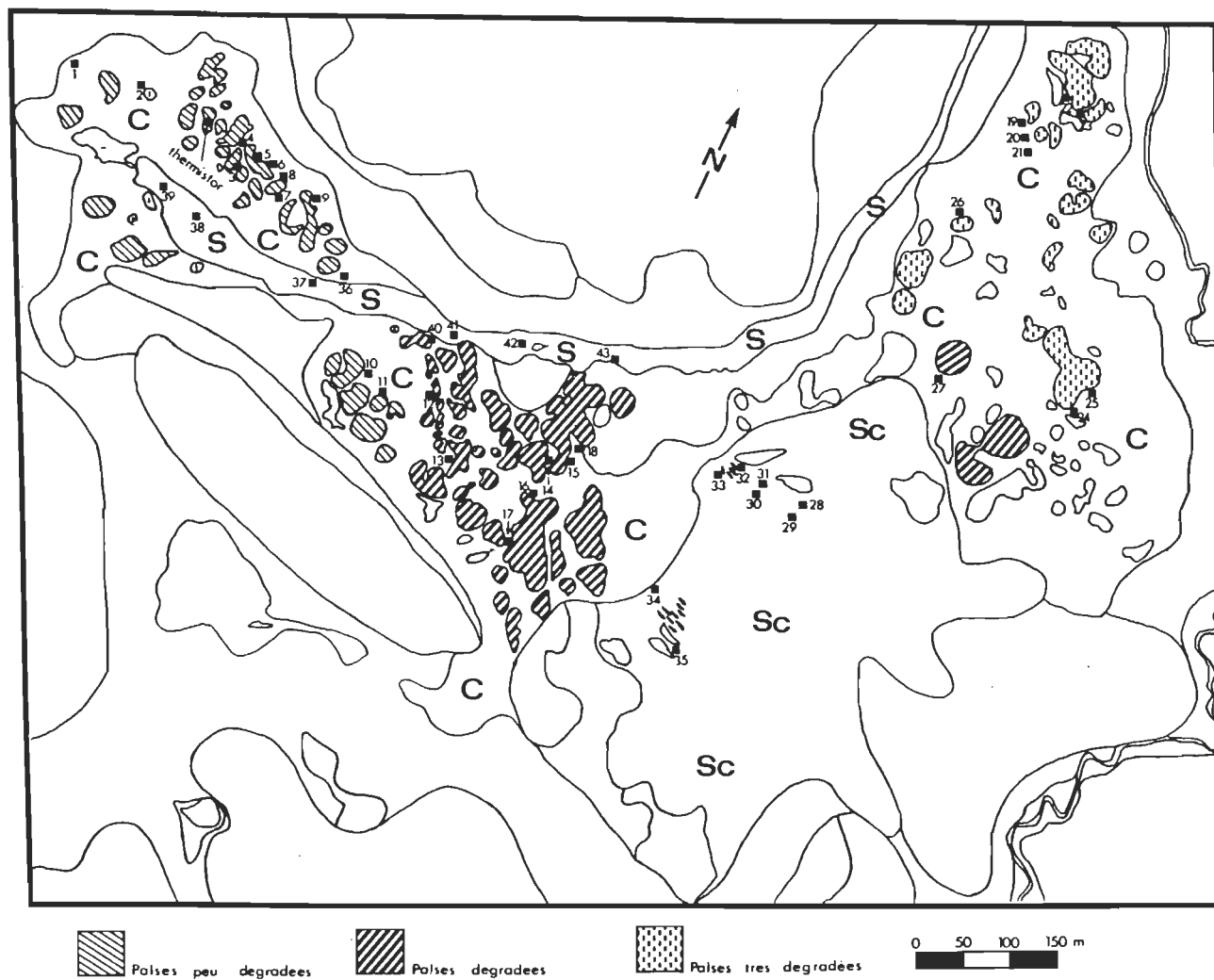


Figure 5 Localisation des mares échantillonnées et classification des paisles selon leur état de dégradation. C=caricaie, S=Saulaie, Sc=Scirpaie.

espèces à développement larvaire printanier et du 4 au 12 juillet 1982 pour les espèces à développement larvaire estival. Les stations sont distribuées de façon à couvrir l'ensemble des types de milieux représentés dans le secteur étudié.

Les larves de moustique sont échantillonnées avec une louche (dipper) d'un litre, puis filtrées sur un filet de 300 μ m sur un cerceau. Pour chaque mare, l'échantillon est constitué de 5 litres prélevés au hasard. Les larves et nymphes sont conservées dans un "wirl pack" de 100 ml avec de l'eau du gîte jusqu'au retour au laboratoire.

Pour chaque échantillon, les larves de 3e et de 4e stade préalablement tuées à l'eau chaude sont comptées et identifiées à l'espèce avec la clef de Wood et al (1979). Les larves trop jeunes ainsi que les nymphes sont mises en élevage selon la technique décrite par Tessier et al (1981) jusqu'à ce que l'identification soit possible. Chaque échantillon est conservé dans de l'alcool à 70 % + glycérine dans des piluliers de 2 drachmes.

Tous les spécimens ont été déposés dans la collection du Groupe de recherche sur les insectes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

III.3 LA VEGETATION .

Un relevé de végétation pour les milieux associés aux 43 mares échantillonnées est effectué au mois de juillet alors que la végétation est à son maximum, selon la méthode préconisée par Braun-Blanquet (Guinochet 1973). A ces relevés s'ajoutent 27 autres afin de préciser les limites de chacun des groupements et 18 autres pour la forêt en bordure de la tourbière. Pour chaque relevé de végétation, un échantillon des espèces de sphaignes présentes a été prélevé et noté selon un indice d'abondance-dominance modifié allant de + (simple présence) à 3 (très abondant). Des informations complémentaires sont apportées par la mesure de la hauteur des espèces représentatives de chaque strate, ainsi que deux transects des niveaux topographiques effectués avec les instruments de mesure suivants: un climomètre Suprême No 802 (Degrés) et un ruban Topofil de Chaix Canadian Forestry Equipement (mètres).

Les plantes vasculaires ont été identifiées à l'aide des clefs de Porsild et Cody (1980) et Fernald (1970) 8e ed. du Gray's Manual of Botany et Cinq-Mars (1966). Les sphaignes ont été identifiées avec la clef de Crum et Anderson (1981). La nomenclature utilisée suit l'ordre des ouvrages mentionnés, sauf pour les sphaignes où l'ordre de Isoviita (1966) est suivi. Un spécimen de chaque espèce récoltée a été déposé dans la collection générale de l'herbier de l'université du Québec à Trois-Rivières.

III.4 LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Simultanément aux échantillonnages entomologiques, sont notées les dimensions et la hauteur moyenne d' eau libre de la mare prospectée; la nature du substrat au fond de la mare, la nature du sol, le taux d'éclairement progressif sur une échelle de 1 à 5. (Des mesures effectuées avec un luxmètre General electric, type 214 Light Meter, établissent pour le 10 juin 1982 que les cotes 2-3 correspondent à un éclaircissement moyen < 3 000 pieds-chandelles; les 4-5 a un éclaircissement moyen > 5 000 pieds-chandelles.) ; le taux de recouvrement de la mare par la végétation et le taux de recouvrement en eau du milieu (%) ; la température de l'eau de la mare et celle de l'air , notée avec un thermomètre ERTCO -35 à 50 °C \pm 0,5 °C. ; le pH mesuré avec un pH mètre Digi-Sense pH Meter Model 5985-40 Cole-Parmer \pm 0,01 ; la conductivité avec un conductivimètre DS Meter Model EP. Myron Compagny en μ S/cm à l'unité près.

III.5 CALCULS ET ANALYSE STATISTIQUE

Les mesures ainsi obtenues permettent d'estimer la densité en larves par m³ et la fréquence relative (%) de chaque espèce au sein de chacun des relevés. Ces deux mesures servent à exprimer les populations culicidiennes de chaque espèce en un indice d'abondance-dominance similaire a celui de la végétation, variant de simple présence à très abondant. Cet indice est calculé par l'abaque de transformation Fréquence relative par espèce (%) , Larves/m³ (Maire et al 1979. ; Maire

et Aubin 1980.) Cet abaque est présenté à la figure 6.

La distribution des densités en larves de moustique dans les milieux aquatiques temporaires ne suit pas une distribution normale. Elle présente une distribution de type contagieux (en essaims) (Tessier et al 1981) Tel que suggéré par Legendre et Legendre (1979) et Green (1979), il est important de transformer ces données initiales avant d'y appliquer les tests statistiques classiques. La transformation utilisée consiste à remplacer x par $\text{Log}(x + 1)$ afin de tenir compte des relevés nuls.

Afin de mettre en évidence les associations larvaires de moustique et de connaître la structure des populations, nous avons soumis les descripteurs (espèces) et les objets (échantillons) à une analyse phytosociologique et une analyse de groupement (clustering) par les programmes 1M, 2M et PKM du logiciel BMDP (Dixon et al 1981).

La principale méthode utilisée dans cette étude est l'analyse discriminante (Discriminant function analysis (DFA)). L'analyse discriminante est une technique largement utilisée en écologie. Elle s'applique à l'étude de niche, allocation des ressources, sélection des habitats, structure des communautés, etc. En fait, cette méthode est particulièrement utile pour toute situation écologique dans laquelle une

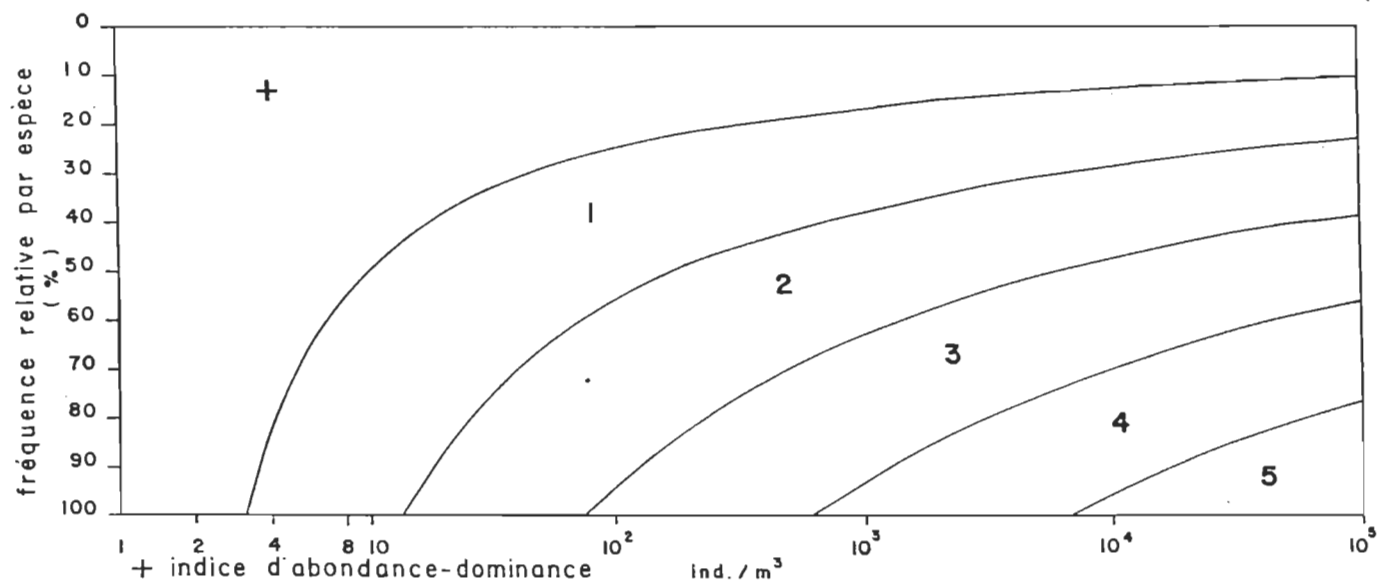


Figure 6. Abaque donnant les indices d'abondance-dominance des culicides

D'après Maire et Aubin (1980)

association est désirée entre des groupes bien définis et une série de mesures. Le problème ne consiste plus ici à établir les groupes; on les suppose connus a priori, à la suite d'un groupement ou d'une ordination, et ce type d'analyse a pour but de les interpréter (Legendre et Legendre 1979).

Le premier objectif de l'analyse est de prédire la catégorie (groupe) à laquelle appartient une observation. L'équation de prédiction qui remplit cette fonction est appelée fonction de classification. Le second objectif est d'établir la "séparation optimale des groupes" à partir des combinaisons linéaires de descripteurs discriminants. On qualifie de fonction discriminante simple le cas de deux groupes et de fonctions discriminantes multiples ou de variables canoniques le cas de plusieurs groupes. (Williams 1981; Legendre et Legendre 1979)

Deux tests statistiques serviront à décrire les relations entre la présence des groupements végétaux et les populations larvaires de moustiques de la tourbière. Le premier est le test de F. Rappelons tout simplement que F est le rapport des variances de deux distributions noté comme suit

$$F_{1,2} = S_2 / S_1$$

Ce rapport, dans lequel on convient de mettre au numérateur la variance

la plus élevée, traduit la divergence entre les deux variances S_1 et S_2 . Si les échantillons sont tirés d'une même population d'origine ce rapport sera de 1. En raison des fluctuations fortuites de l'échantillonnage, cependant, ces variances diffèrent forcément et le rapport F sera supérieur à 1. Toutefois, les variations fortuites ne sont responsables de l'augmentation de rapport que jusqu'à une valeur limite. Cette valeur varie évidemment avec les effectifs des échantillons en présence. On peut lire ces valeurs limites dans une table de F au seuil de probabilité choisi. Lorsque le rapport F dépasse cette valeur limite, la divergence est trop importante pour être due au hasard (Geller 1975). Notons cependant que le rapport F de l'analyse discriminante est un rapport multivarié de la variance inter-groupe divisé par la variance intra-groupe. Ainsi, dans notre cas, l'on pourra déterminer si les groupes sont différents ou semblables en fonction du mode de classement et du type de variable. En dimensions multiples le lambda de Wilks remplit cette fonction. Cette valeur doit cependant être ramenée à une dimension simple pour être testée selon la distribution du rapport F . Le programme utilisé produit un F équivalent au lambda de Wilks que nous appellerons F -estimé. Le second est la performance de classification des échantillons en fonction de leur classification initiale, i.e. le groupe auquel il est sensé appartenir. Cette performance exprimée en pourcentage est calculée à partir de la distance générale de Mahalanobis (D) de chaque échantillon à la moyenne des échantillons. La probabilité d'appartenir à un groupe est le rapport

$$\text{Exp } (D^2)_i / \sum \text{Exp } (D^2)_i$$

(n étant le nombre de groupes). Ce rapport est affecté par la probabilité initiale d'appartenir à un groupe.

La représentation des observations selon les variables canoniques dans un espace de dimension réduite (espace canonique) est généralement utilisée. En plus d'obtenir une image de la répartition des groupes l'on essaie également d'interpréter les différences par l'examen des coefficients des fonctions discriminantes (canoniques). Ces interprétations doivent cependant tenir compte de nombreuses difficultés conceptuelles statistiques particulièrement de la distorsion des distances par les transformations canoniques (Williams 1981). Cette dernière approche ne sera pas utilisée dans cette étude.

La figure 7 présente le schéma d'analyse du milieu en relation avec la théorie des unités écologiques. Il se divise en deux parties, soit: la formation des groupes et la discrimination entre ces groupes. La formation des groupes se fait en utilisant la méthode phytosociologique classique et est vérifiée par l'analyse de groupement PKM (K-means of cases) du logiciel BMDP. Cette analyse pour simplifier calcule la distance entre un cas et la moyenne des cas dans son groupe. L'expérience démontre que cette analyse colle particulièrement bien au mode de classification phytosociologique. Elle présente l'avantage

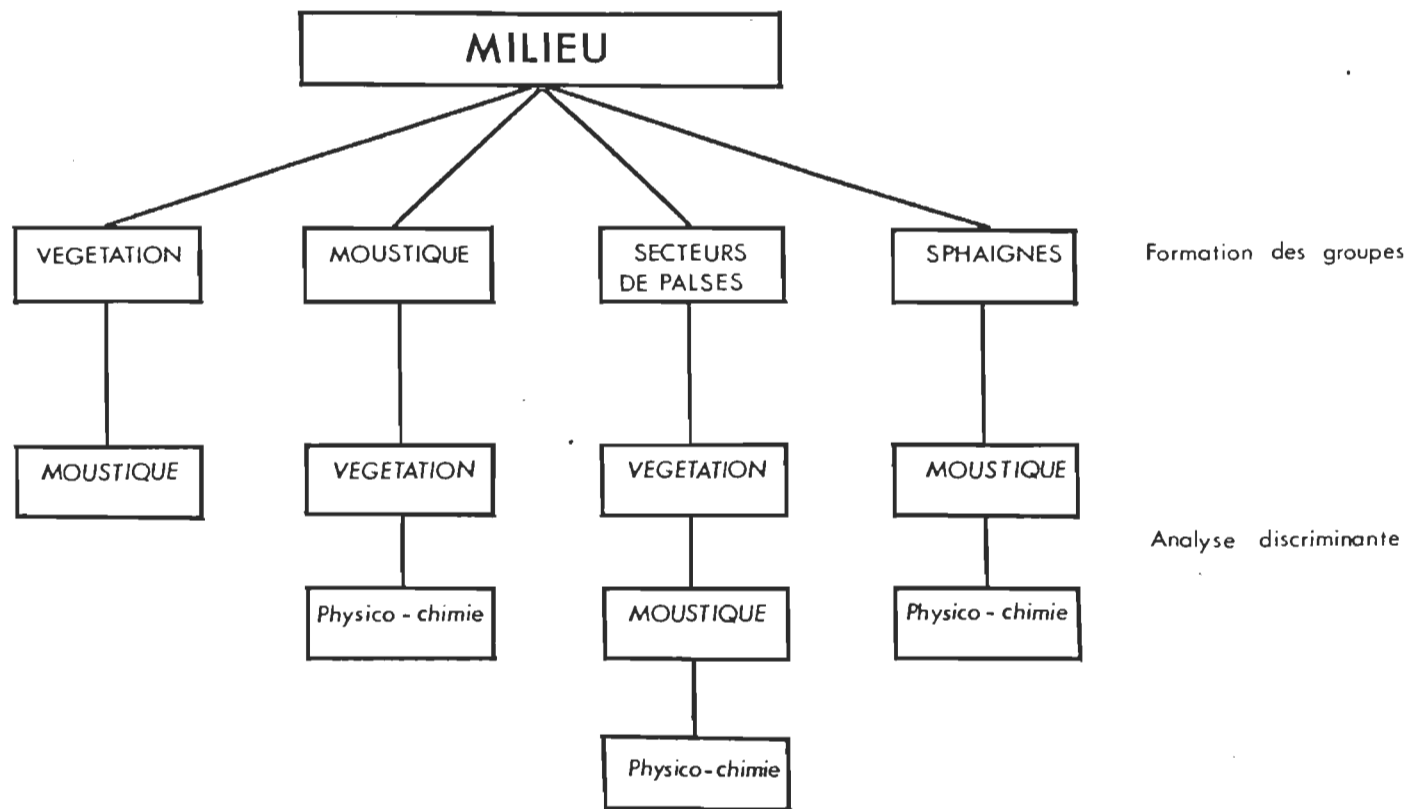


Figure 7. Schéma de l'analyse discriminante.

d'essayer des combinaisons multiples très rapidement et de comparer la variance des groupes.

On peut classer les groupes retenus en quatre catégories selon le critère utilisé pour leur formation, soit: 1) les plantes vasculaires, 2) les moustiques, 3) les sphaignes et 4) les secteurs de paises selon l'état de dégradation physique des buttes (Fig. 5). L'état de dégradation des paises est déterminé d'après les critères suivants:

Peu dégradé= Lichens et arbustes sur le sommet

Dégradé = Tourbe nue sur le sommet

Très dégradé= Tourbe nue, argile et blocs sur le sommet

Lorsque les groupes sont constitués, le problème consiste à trouver les combinaisons linéaires de descripteurs discriminants qui maximisent la différence entre les groupes tout en minimisant la variabilité à l'intérieur de chaque groupe. Chaque élément de la partie **discrimination** de la figure 7 est testé en fonction du groupe auquel il est sensé appartenir, selon l'hypothèse suivante de la théorie des unités écologiques:

Hypothèse: Une communauté larvaire de moustiques caractéristique correspond à chacun des groupements végétaux distincts de la tourbière à paises étudiée.

l'hypothèse nulle devient alors:

Dans la tourbière à paises étudiée, l'on ne peut reconnaître une communauté larvaire de moustique propre à chacun des groupements

végétaux distincts.

Le raisonnement à l'inverse suit le même schème (groupes formés par les moustiques).

Le programme utilisé est l'analyse discriminante par étapes P7M du logiciel BMDP. Les données utilisées sont celles constituées par les indices d'abondance-dominance. Ces données présentent une distribution se rapprochant des conditions de multinormalité. Les descripteurs sont métriques. Ce qui est conforme aux conditions stipulées par Legendre et Legendre (1979) pour cette analyse.

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 LA VEGETATION

4.1.1 ANALYSE FLORISTIQUE

La flore vasculaire de la tourbière à paises étudiée comprend 90 espèces. La liste des taxons est présentée en annexe I. Les récoltes ont permis d'ajouter deux nouvelles mentions pour Poste-de-la-Baleine, soit Antennaria pulcherrima et Carex livida. Ces deux espèces sont calcicoles et d'affinités subarctiques (Rousseau 1974). D'après les cartes de distribution de Porsild et Cody (1982) et Rousseau (1974) ces deux espèces ont été récoltées plus au nord.

La liste des familles est présentée au tableau 1. Les familles les plus abondantes sont les Cypéracées (20 espèces), Rosacées (7 espèces) et les Ericacées (7 espèces). Le tableau 2 donne le spectre biologique de la tourbière à paises, comparé à celui de Poste-de-la-Baleine. Le pourcentage de chaque forme est sensiblement le même dans la tourbière à paises que dans l'ensemble du secteur. Les affinités phytogéographiques de la flore vasculaire confirme le caractère nettement Hémiarctique

Tableau 1.
Nombre d'espèces par famille

FAMILLE	NOMBRE D'ESPECES
Pinacées	3
Lycopodiacees	1
Equisetacées	2
Juncaginacées	1
Potamogetonacées	1
Liliacées	3
Orchidacées	1
Juncacées	2
Salicacées	4
Betulacées	1
Polygonacées	1
Cyperacées	20
Poacées	4
Brassicacées	1
Renonculacées	3
Droseracées	1
Saxifragacées	1
Rosacées	7
Violacées	2
Cornacées	2
Pyrolacées	1
Ericacées	7
Empetracées	1
Menyanthacées	1
Scrophulariacées	4
Lentibulariacées	3
Rubiacees	1
Caprifoliacées	1
Valérianaeées	1
Astéracées	9
Total	90

Tableau 2.
Comparaison entre les spectres biologiques de la
tourbière à pales(TP) et Poste-de-la-Baleine (PDLB)

FORMES BIOLOGIQUES	TP		PDLB ¹	
	n	%	n	%
PHANEROPHYTES	8	9,2	38	7,8
CHAMEAPHYTES	12	13,8	83	17,0
HEMICRYPTOPHYTES	47	54,0	251	51,4
GEOPHYTES	16	18,4	69	14,1
THEROPHYTES	..	....	14	2,9
HELOPHYTES	2	2,3	15	3,1
HYDROPHYTES	2	2,3	18	3,7
Total	87	100,0	488	100,0

1. D'après Forest et Legaut (1977)

n: nombre d'espèces

de la tourbière étudiée (Tableau 3.) Ainsi cette tourbière est bien représentative de la zone bioclimatique étudiée et présente peu de différences floristiques par rapport à l'ensemble du secteur. Trente-sept pour cent des taxons de la tourbière sont considérés comme rares et peu communs c'est-à-dire n'existant qu'en peu d'exemplaires et très dispersés ou peu fréquents dans leur habitat selon l'étude de Forest et Legaut(1977). Ceci s'explique puisque le territoire couvert par cette étude couvre une superficie de 100 km² (aire myriamétrique) dans laquelle les tourbières à paises représentent à peine 2 % de la surface totale.

L'analyse de la flore invasculaire se limite au genre Sphagnum. Nous présentons la liste des sphaignes récoltées en annexe II. Dix-huit espèces ont été recensées; ce nombre représente 43 % des 42 espèces connues au Québec-Labrador. Les affinités phytogéographiques des sphaignes de la tourbière, établies d'après Isoviita (1966) et Gauthier (1980), montrent que toutes les espèces sont circumpolaires avec diverses tendances, sauf Sphagnum pulchrum, (Braithw.) Warnst. qui est amphiatlantique, ouest-pacifique subocéanique. La section Acutifolia est la plus importante (8 espèces). Elle représente des espèces généralement petites croissant en coussins ou en banquettes. De cette section Sphagnum russowii est le plus abondant (12 % des échantillons identifiés, n=100). Sur les banquettes de réticules, il occupe la place de Sphagnum fuscum dans le Subarctique (Mailhot 1979). La section

Tableau 3.
Comparaison des affinités géographiques entre les flores
de la tourbière à paises (TP) et Poste-de-la-Baleine (PDLB)

TYPE DE DISTRIBUTION		TP			PDLB		
		n	nt	%	n	nt	%
ARCTIQUE	circumpolaire	16	21	23,0	101	137	28,7
	amphi-atlantique	1			12		
	américain	4			16		
	est-américain	..			8		
ARCTIQUE-SUBARCTIQUE	circumpolaire	16	30	34,4	78	138	28,9
	amphi-atlantique	..			7		
	américain	10			32		
	est-américain	4			21		
SUBARCTIQUE	circumpolaire	11	30	34,4	53	154	32,0
	amphi-atlantique	..			3		
	américains	15			68		
	est-américain	4			30		
SUBARCTIQUE-TEMPERE	circumpolaire	2	5	5,7	12	38	8,0
	amphi-atlantique	..			1		
	américains	3			15		
	est-américain	..			10		
TEMPERE	américain	..			1	4	0,8
	est-américain	..			3		
ENDEMIQUES POUR LA BAIE D'HUDSON			1	1,1		6	1,3

1. D'après Forest et Legaut (1977)

n: nombre d'espèces, nt: nombre total d'espèces

Cuspidata est caractéristique d'espèces robustes croissant dans les dépressions humides souvent submergées. Elle occupe le second rang (5 espèces). Sphagnum riparium, facilement identifiable sur le terrain, constitue 24 % des échantillons. Cette espèce colonise les mares de paises dans l'ensemble de la tourbière, bien que légèrement plus abondante dans le secteur de paises peu dégradées.

IV.1.2 LES GROUPEMENTS VEGETAUX

Le classement des unités de végétation se limite à l'établissement de groupements végétaux. Nos connaissances trop fragmentaires sur la végétation des tourbières à paises ne permettent pas d'adopter un système de classification hiérarchisé comme celui de Braun-Blanquet (alliances, ordres et classes). En raison de la méthodologie adoptée, les tableaux phytosociologiques comprennent aussi l'abondance-dominance des culcides. Abstraction en sera faite dans cette partie. La comparaison des 88 relevés de végétation a permis de reconnaître l'existence de 5 groupements végétaux soit: la cariçaie, la scirpaie, la saulaie, la pessièrre et la bétulaie dont nous donnerons une description détaillée. Le tableau 4 présente les mesures ayant servi à la dénomination des strates selon la classification proposée par Payette et Gauthier (1972). Une carte schématique des groupements au 1:5 000 (figure 8) donne leur répartition spatiale au sein de la tourbière. Les tableaux 5 et 6 présentent les groupements végétaux résultant de l'analyse phytosociologique.

Tableau 4.
Caractéristiques des strates de la végétation
de la tourbière à paises..

ESPECE	HAUTEUR MOYENNE (m)	CARACTERISTIQUE DES STRATES
<i>Picea mariana</i> (30 relevés)	3,6	arborescente basse ¹
<i>Picea mariana</i> (10 relevés)	6,0	arborescente basse
<i>Larix laricina</i> (30 relevés)	3,9	arborescente basse
<i>Betula glandulosa</i> (10 relevés)	0,63	arbustive basse
<i>Salix argyrocarpa</i> (10 relevés)	0,59	arbustive basse
<i>Salix planifolia</i> (10 relevés)	1,5	arbustive basse
<i>Carex aquatilis</i> (8 relevés)	0,46	herbacée basse

Dénomination des strates d'après Payette et Gauthier (1972)

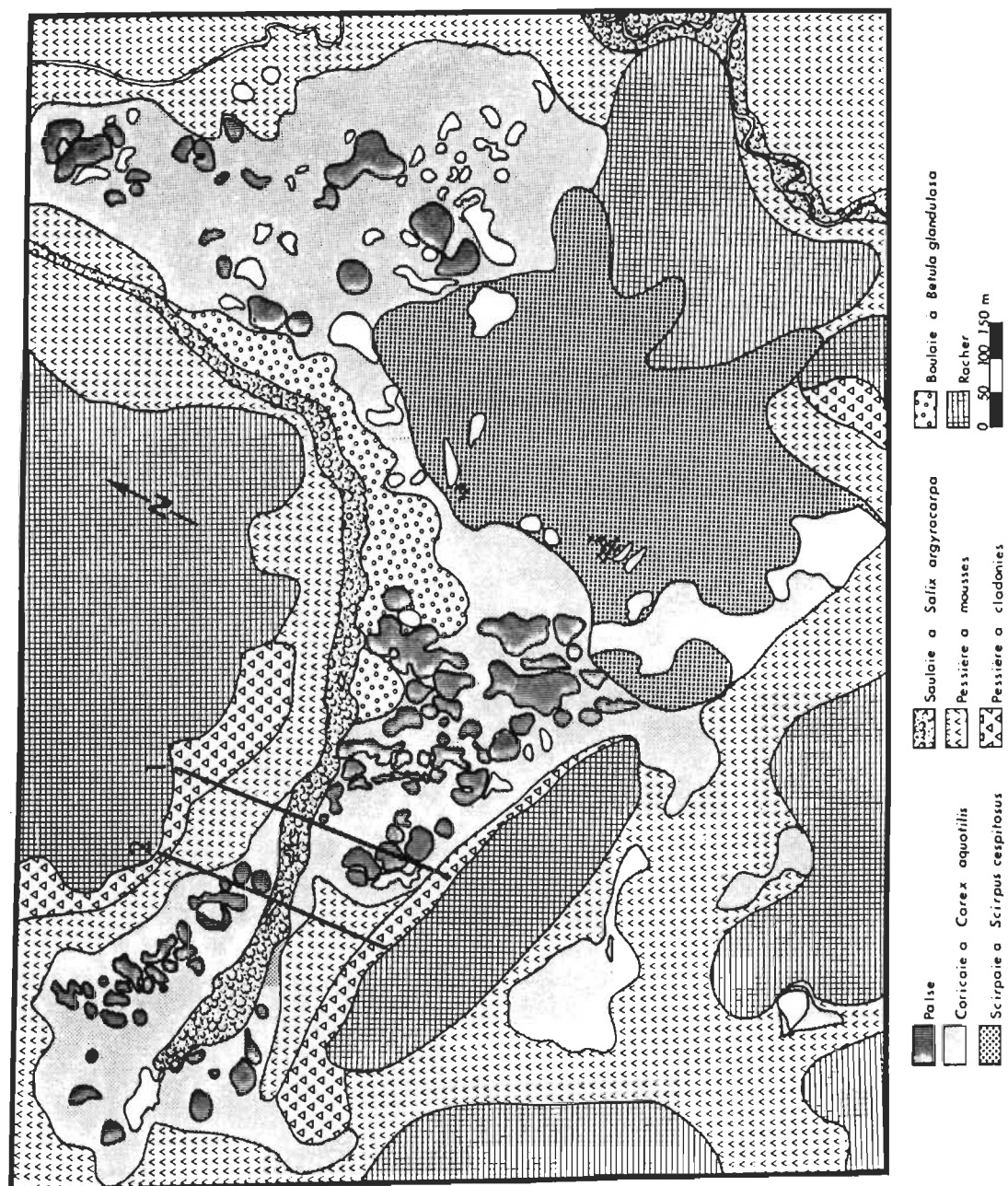


Figure 8. Carte schématique des groupements végétaux et localisation des transects topographiques.

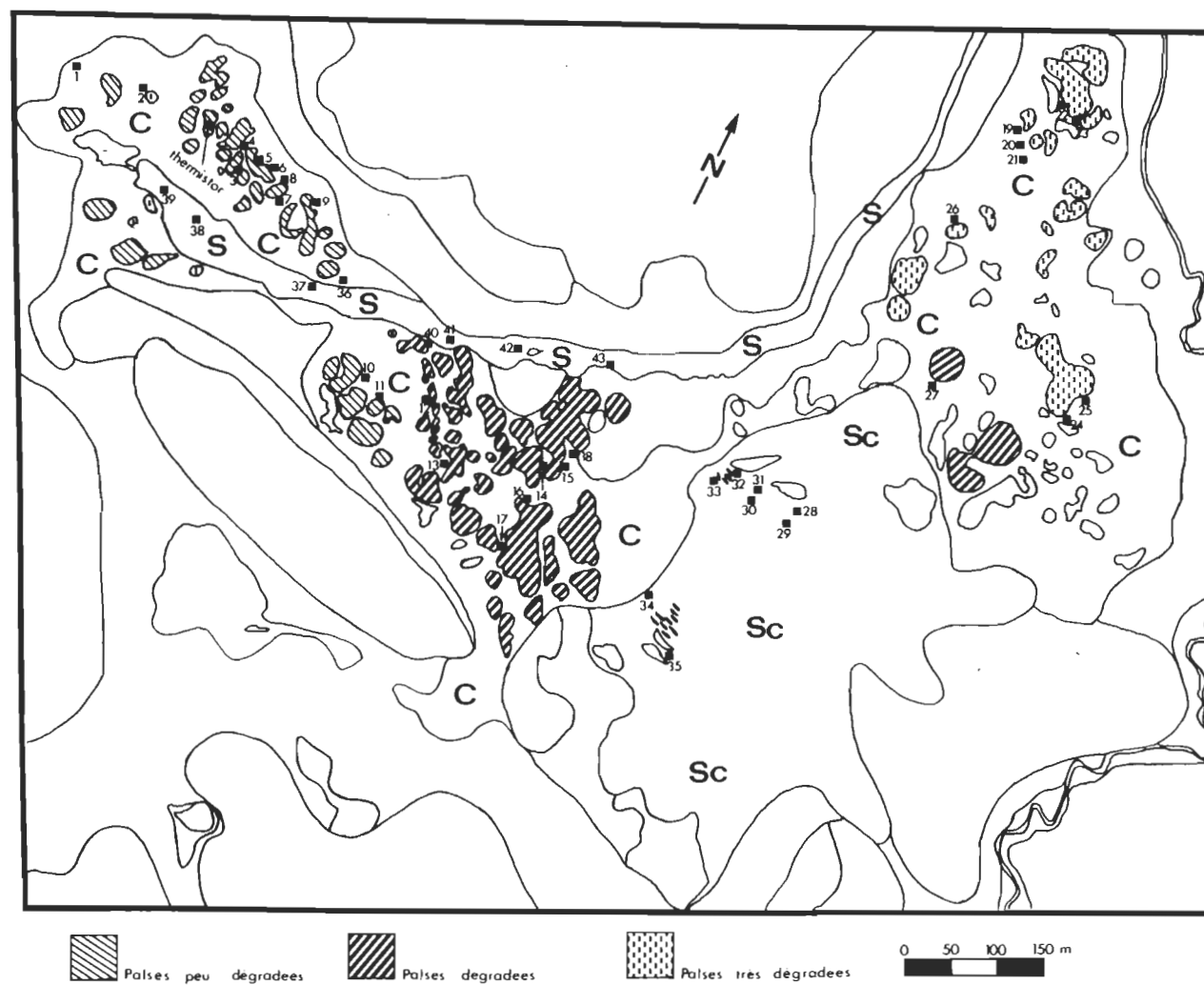


Figure 5 Localisation des mares échantillonnées et classification des palses selon leur état de dégradation. C=caricaie, S=Saulaie, Sc=Scirpaie.

Tableau 5.
Caricaie, Scirpaie, Saulaie et culicides

[illegible]

En outre dans les relevés: no 7. *Cardamine pratensis* L., no 17. *Menyanthes trifoliata* L., *Triglochin maritimum* L., no 29. *Prunella vulgaris* L., no 34. *Urtica dioica* L., no 43. *Valeriana dioica* var. *syntherisma* L., no 44. *Carex bispinosa* L., *Cardamine pratensis* L., no 56. *Carex bispinosa* L., no 58. *Pedicularis lapadocaea* L., no 60. *Achillea borealis* L., no 61. *Menyanthes trifoliata* L., no 62. *Viola tricolor* L., no 63. *Polactis lapponicum* L., *Fragaria virginiana* L., no 68. *Urtica dioica* L., no 69. *Achillea borealis* L., no 71. *Carex acutata* L., no 74. *Prunella vulgaris* L., no 83. *Viola lapadocaea* L.

Le chiffre correspond à l'abondance/dominance au sens de Braun-Blanquet (1932), celui des Culicidae à l'abaisse fréquence relative (I)/l'axe n° de Maire et Aubin (1980).

Le point indique l'absence du taxon ou de l'espèce dans le relevé. Le cercle indique un relevé de végétation seulement.

Tableau 5. (suite)

	Scirpus à Scirpus crispatus et Betula glandulosa													Boule à Salix angustata et Salix planifolia																			
No du relevé	40	58	34	48	51	30	53	57	28	35	31	33	52	55	F	66	50	51	42	69	16	41	62	63	68	43	67	64	21	29	26	F	
STRATE ARBORESCENTE BASSE																																	
Picea mariana	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
Larix laricina	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
STRATE ARBUSTIVE BASSE																																	
Betula glandulosa	4	1	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	1	V	.	.	.	1	1	+	+	+	+	.	.	.	3	3	+	III		
Salix angustata	4	4	3	3	3	4	2	3	4	2	2	1	.	.	.	V		
Salix planifolia	2	1	2	4	1	1	.	.	.	.	.	.	III	
Vaccinium uliginosum	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Picea mariana	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Larix laricina	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ledum groenlandicum	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Salix pedicellaris	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rubus poliflorus	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Andropogon glaucophyllus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Potentilla fruticosa	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Oxycoccus microcarpus	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Salix macrophylla	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ionocera villosa	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Empetrum nigrum	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
STRATE HERBACEE																																	
Carex aquatilis	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Scirpus crispatus	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rubus chamaemorus	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Eriophorum angustifolium	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex canescens	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Calamagrostis canadensis	I
Carex hirsuta	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex pauciflora	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rubus ocellatus	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Potentilla palustris	I
Eriophorum angustifolium	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Eriophorum angustifolium	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Solidago purshii	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Petalostemum palustre	I
Carex lasiocarpa	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Polygonum viviparum	I
Carex lasiocarpa	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Mitella nuda	I
Carex gynocarpa	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Galium labradoricum	I
Aster puniceus	I
Carex bigelowii	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Geum rivale</													

Tableau 6.

Pessières.

	Pessièrre à cladonien								Pessièrre à mousses											
No du relevé	13	14	11	10	08	09	12	F	06	05	01	04	03	07	02	16	17	18	15	F

STRATE ARBORESCENTE BASSE

<i>Picea mariana</i>	3	3	3	3	3	3	3	V	2	2	1	2	2	2	1	3	2	2	3	V
<i>Larix laricina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	+	III

STRATE ARBUSTIVE BASSE

<i>Picea mariana</i>	2	2	2	2	2	2	2	V	2	3	3	2	2	3	2	+	+	+	+	V
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	+	.	+	+	+	+	V	+	.	+	+	.	+	+	3	2	2	+	V
<i>Betula glandulosa</i>	.	+	+	+	+	+	+	V	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
<i>Juniperus communis</i>	.	.	+	+	.	+	+	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Kalmia polifolia</i>	.	+	.	.	+	.	.	II	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	II
<i>Ledum groenlandicum</i>	.	.	+	.	.	.	.	I	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	II
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	.	.	.	.	.	.	+	I	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	+	V
<i>Andromeda glaucophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	+	.	.	.	+	+	III
<i>Larix laricina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	III
<i>Salix pedicellaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	II
<i>Salix arcophila</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	II

STRATE HERBACEE BASSE

<i>Cornus canadensis</i>	.	1	+	+	+	+	+	IV	.	+	.	.	1	.	+	+	.	.	.	II
<i>Carex bigelowii</i>	1	1	1	1	.	1	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica alpina</i>	.	.	.	+	+	+	+	III	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	II
<i>Scirpus cespitosus</i>	.	.	.	1	1	1	.	III	1	1	1	1	.	1	1	.	+	.	.	IV
<i>Equisetum sylvaticum</i>	.	.	+	+	.	+	.	III	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Rubus chamaemorus</i>	.	+	.	1	.	1	.	II	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	IV
<i>Petasites palmatus</i>	+	.	.	.	+	.	.	II	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	.	II
<i>Habenaria dilatata</i>	.	.	.	.	+	.	.	I	+	.	+	.	.	1	.	1	.	.	.	II
<i>Solidago purshii</i>	+	.	.	.	.	.	.	I	.	+	.	.	.	+	+	1	.	+	.	I
<i>Carex nanaeflora</i>	.	+	.	.	.	.	.	I	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Juncus balticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	II
<i>Pedicularis groenlandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	III
<i>Carex aquatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	.	.	1	.	II
<i>Aster puniceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Taraxacum lapponicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>Carex pauciflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	+	III

STRATE MUSCINALE

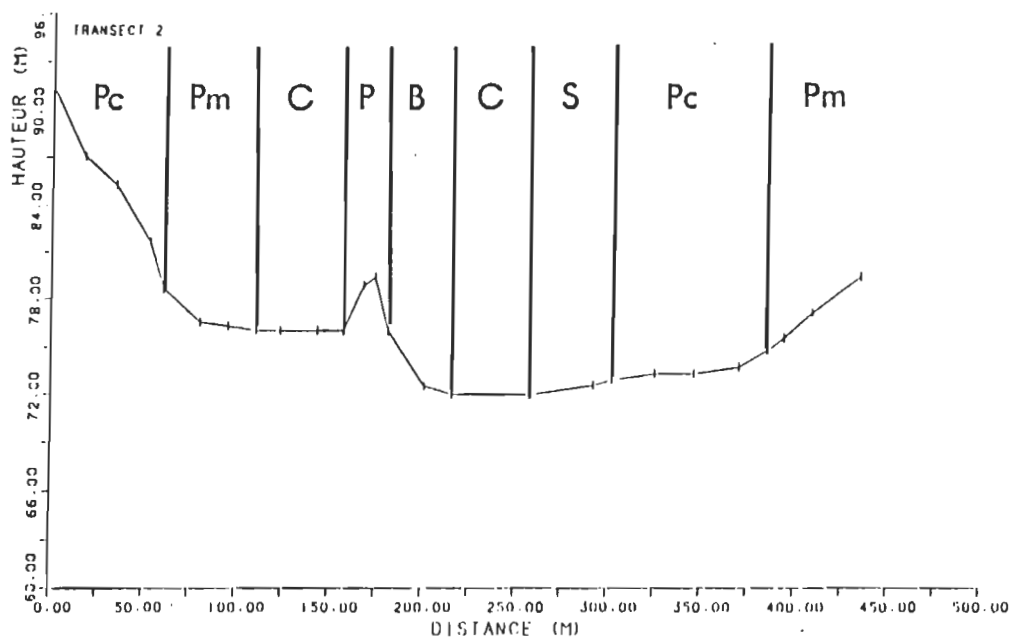
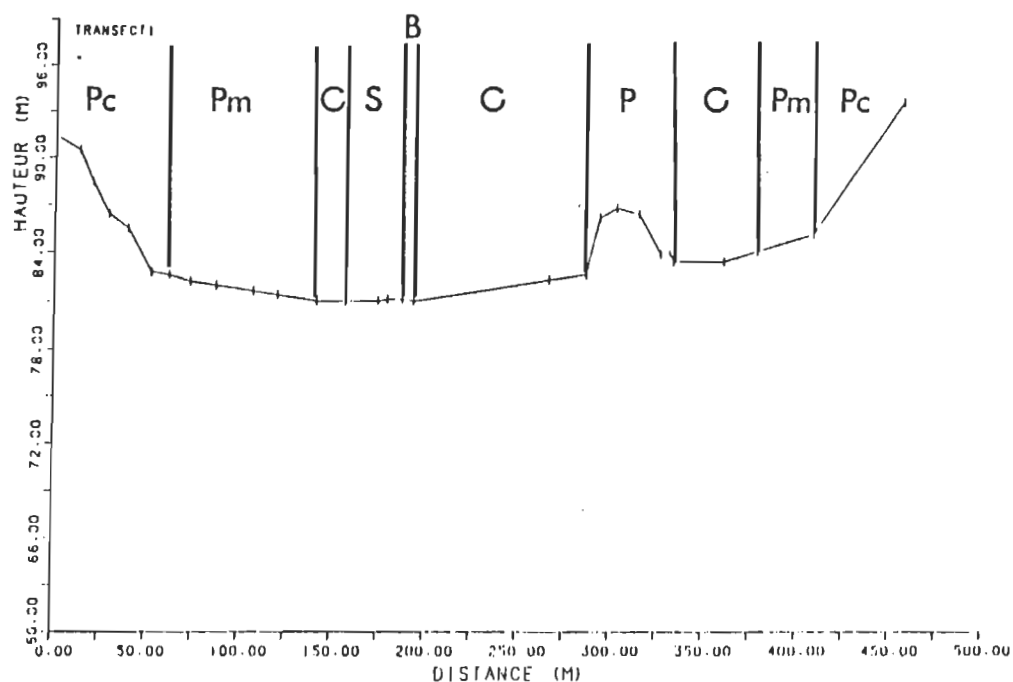
<i>Cladonia</i> spp.	.	.	3	3	3	3	3	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum fuscum</i>	.	.	.	.	.	+	+	II	3	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	III
<i>Sphagnum russowii</i>	.	.	.	.	+	.	+	II	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum angustifolium</i>	.	.	.	+	.	.	.	I	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum lindbergii</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	1	2	2	.	.	.	.	II

En outre dans les relevés: no 3. *Eriophorum spissum* +, no 7. *Castilleja septentrionalis* +, *Potentilla fruticosa* +, no 8. *Coptis trifolia* +, *Viola* *labradorica* +, no 10. *Solidago macrophylla* +, *Epilobium angustifolium* +, no 12. *Phleum commutatum* +, no 14. *Carex vaginata* +, no 15. *Amelanchier bartramiana* +, no 16. *Juncus albescent* 1, no 17. *Pedicularis labradorica* +.

Finalement la disposition de ces groupements selon un gradient topographique est présentée a la figure 9.

A) Caricaie à Carex aquatilis (39 relevés)

Ce groupement est caractérisé par la dominance de Carex aquatilis Wahlenb. dont l'abondance varie d'un relevé a l' autre. D'autres herbacées accompagnent Carex aquatilis, mais l'assemblage des espèces varie d'un relevé à l'autre de sorte qu'aucune n'est caractéristique ou constante du groupement. Carex canescens L., de même que Calamagrostis canadensis (Michx.) Beauv. et Rubus chanaemorus L., sont les plus fréquentes bien que leur recouvrement demeure faible. Au niveau du sol, la strate muscinale, composée en grande partie de sphaignes, est bien représentée. Sa composition en espèces est cependant très variable d'un relevé à l'autre. Sphagnum riparium Angstr. et Sphagnum russowii Warnst. sont constantes dans le groupement. Les arbustes sont présents dans presque tous les relevés. Leur recouvrement demeure faible. Betula glandulosa Michx. est l'arbuste dominant. La partie est de cette caricaie est caractérisée par une fréquence plus élevée de Larix laricina (Du Roi) Koch. dont l'importance ne permet pas cependant d' en faire un sous-groupement typique. La caricaie à Carex aquatilis représente 58 % (estimé d'après la carte) de la tourbière. On la retrouve en bordure des mares de paises, des mares ordinaires et des étangs. Elle forme parfois de vastes prairies dans les étendues plates entre les buttes de paises très distancées. La caricaie à Carex



PC: Pessière à cladonies, Pm: Pessière à mousses, C: Caricaie à Carex aquatilis, S: Saulaie à Salix argyrocarpa
B: Boulaie Betula glandulosa, P: Palse

Figure 9. Répartition des groupements végétaux selon le gradient topographique (Exagération de l'angle de pente 10%)

aquatilis peut occuper plusieurs positions par rapport au niveau topographique. Le transect 2 de la figure 9 le démontre bien. Ceci semble dû au système hydrologique inhabituel des tourbières à paises. Ainsi, la présence d'une nappe phréatique perchée entre les paises due au pergélisol (Railton 1968) expliquerait l'installation de cariçaies à Carex aquatilis au niveau le plus élevé.

B) Scirpaie à Scirpus caespitosus (14 relevés)

Ce groupement caractérise les prairies tourbeuses dominées par Scirpus caespitosus (Pallas) Ash. & Graeb. Le sol y est ferme voire sec. Le recouvrement de Scirpus caespitosus est généralement élevé, celui des autres herbacées faible. Carex rariflora est la seule herbacée constante du groupement. La strate muscinale composée de plusieurs espèces de bryophytes notamment du genre Polytrichum (observations personnelles), y comprend peu de sphaignes. Les quatre relevés mentionnant des sphaignes sont ceux effectués sur des banquettes de petites tourbières structurées sises en bordure de lac. Néanmoins le nombre peu élevé de relevés dans ce groupement sous-estime l'importance des sphaignes. Les arbustes y sont abondants. Betula glandulosa est l'espèce dominante bien que son recouvrement demeure faible. Cette espèce est constante du groupement. La scirpaie à Scirpus caespitosus couvre environ 36 % de la tourbière. Elle est localisée principalement dans le secteur sud-ouest. Notons cependant la présence de petites plages de Scirpus caespitosus en bordure de la pessière. Ces plages peu nombreuses n'ont pas été figurées

sur la carte.

C)Saulaie à Salix argyrocarpa (16 relevés)

Ce groupement végétal consiste en une couverture arbustive basse dominée par Salix argyrocarpa Anderss., que complète Salix planifolia Pursh.. La strate herbacée y a un faible recouvrement. Rubus chamaemorus y est l'espèce la plus abondante. Les espèces de milieux ombragés humides Mitella nuda L., Galium labradoricum Wieg., Aster puniceus L. et Geum rivale L. sont caractéristiques du groupement. La couverture de sphaignes y est peu importante. On y retrouve de nombreuses hépatiques à feuilles et à thalle, notamment Marchantia polymorpha, près du ruisseau.

La pessière en bordure de la tourbière a été exclue de l'évaluation de la superficie, puisqu'elle déborde largement les limites du secteur étudié. Ce groupement se divise en deux types, la pessière à mousses et la pessière à cladonies.

D)Pessière à mousses (11 relevés)

Il s'agit d'un groupement végétal constitué d'épinettes noires (Picea mariana) (Mill.) B.S.P. clairsemées d'environ 3,6 m de hauteur. A travers les épinettes apparaissent quelques rares mélèzes (Larix laricina) de taille équivalente. Cette pessière est située sur un relief de pente basse de part et d'autre de la tourbière (Fig. 9) Ce groupement précède généralement la cariçaie à Carex aquatilis . Sphagnum fuscum

(SChimp.) Klinggr. y forme des buttes plus ou moins élevées entre lesquelles croissent principalement Scirpus caespitosus et Rubus chamaemorus. Pedicularis groenlandica Retz. et Carex pauciflora Lightf. sont caractéristiques du groupement. La strate arbustive traduit une bonne régénération de l'épinette. Ces arbustes y sont très abondants avec un faible recouvrement. Empetrum hermaphroditum Hag. est l'espèce constante du groupement. On le retrouve principalement au pied des arbres. Vaccinium uliginosum L. y est très abondant. Une zone de transition entre ce groupement et la cariçaie est constituée d'arbustes isolés de Picea mariana et Betula glandulosa. Carex aquatilis a dans cette zone un recouvrement d'environ 20%.

E) Pessière à cladonies (7 relevés)

C'est essentiellement une forêt d'épinette noire (Picea mariana) de densité moyenne sous laquelle s'étalent de grandes colonies de lichens du genre Cladonia. Juniperus communis L. et Carex bigelowii sont caractéristiques du groupement. Avec la présence de cladonies ces deux espèces démontrent bien le caractère sec et subarctique de ce groupement.

F) Boulaie à Betula glandulosa

Ce dernier groupement caractérisé par un fort recouvrement de Betula glandulosa est localisé dans le secteur nord-est de la tourbière, en bordure de la saulaie. C'est un groupement essentiellement sec ne contenant aucune mare temporaire ou permanente. Aucun relevé de

végétation n'a été effectué dans ce groupement.

Les buttes de paises elles-mêmes ont été exclues des relevés de végétation. Nos observations personnelles permettent cependant d'en tracer le portrait type. D'une façon générale, le pied des buttes est caractérisé par Rubus chamaemorus. Le flanc des buttes est colonisé par Betula glandulosa avec un fort recouvrement. Le sommet dénudé et sec est caractérisé par une couverture dense de lichens dans laquelle croissent des ilots clairsemés de Betula glandulosa, Ledum groenlandicum, Pedicularis labradorica et Carex bigelowii. Parfois un clone de Picea mariana ou de Larix laricina y est présent. Ces observations concordent avec les descriptions de la végétation des buttes de paises du Golfe de Richmond (Lagarec 1979; Samson 1974) et du nord de l'Ontario, à l'ouest de la Baie de James (Railton 1968). La couverture nivale des tourbières à paises influence directement cette distribution (Payette et Lagarec 1972); ainsi la hauteur du bouleau glanduleux (Betula glandulosa) sur les flancs de buttes est supérieure à celle sur le sommet (Samson 1974). Une section de tronc de deux épinettes noires (Picea mariana) croissant au sommet de ces buttes a permis d'établir l'âge de ces arbres respectivement à 90 et 120 ans.

IV.2 LES MOUSTIQUES

IV.2.1 LES ESPECES ET LEUR PHENOLOGIE

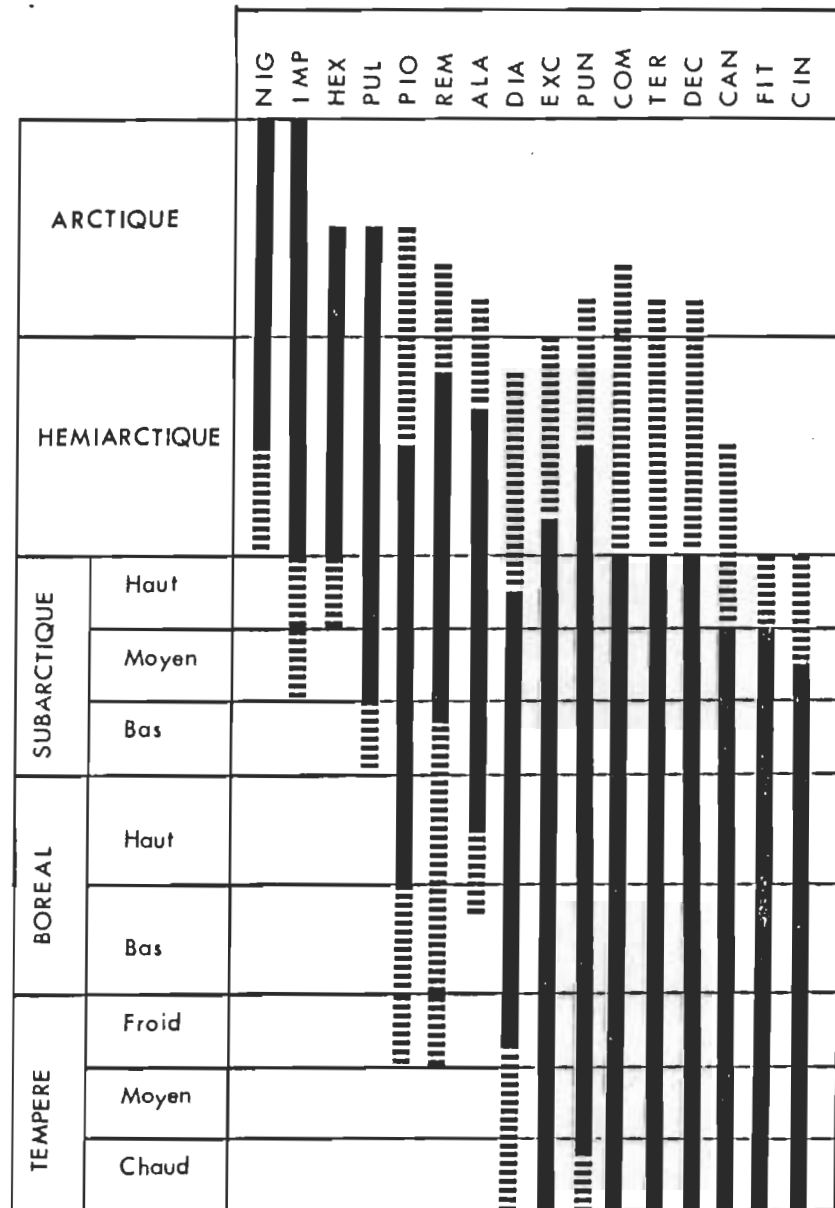
Dix-sept espèces de moustiques ont été recensées dans la région de Poste-de-la-Baleine (Maire et Bussières 1983). Parmi celles-ci, 9 espèces sont présentes dans la tourbière à paises étudiée. Elles apparaissent en foncé à la figure 10. Toutes sont holarctiques (distribuées en Amérique du Nord et en Eurasie), à l'exception d'Aedes canadensis. Aedes hexodontus et Culiseta alaskaensis sont des espèces typiquement arctico-alpines (Maire et al 1979). Aedes hexodontus est caractéristique de l'Hémiarctique et Aedes punctor du Subarctique (Wood et al 1979; Maire et Aubin 1980; Maire et Bussières 1983). Les 9 espèces présentes ont toutes été citées au moins une fois en milieu tourbeux ouvert ou fermé (Maire et Aubin 1980). Sauf Aedes hexodontus, toutes les espèces y atteignent leur limite nord de distribution (Fig. 11). Culex territans est signalé dans ce secteur par Wood et al (1979).

D'un point de vue phénologique (Fig. 12), les populations larvaires qui apparaissent successivement dans la tourbière à paises sont Aedes communis, A. punctor et A. hexodontus. Dans une deuxième catégorie à développement larvaire printanier tardif, notons A. excrucians, A. pionips et A. canadensis. Les populations larvaires des deux espèces de Culiseta ainsi que celles du Culex territans n'ont  clos qu'à partir du 24 juin en 1982 (Maire et Bussières 1983).

1. Aedes (Aedes) cinereus Meigen
2. Aedes (Ochlerotatus) canadensis (Theobald)
3. A. (Och.) communis (De Geer)
4. A. (Och.) decticus Howard, Dyar et Knab
5. A. (Och.) diantaeus Howard, Dyar et Knab
6. A. (Och.) excrucians (Walker)
7. A. (Och.) fitchii (Felt et Young)
8. A. (Och.) hexodontus Dyar
9. A. (Och.) impiqer (Walker)
10. A. (Och.) nigripes (Zetterstedt)
11. A. (Och.) pionips. Dyar
12. A. (Och.) pullatus (Coquillett)
13. A. (Och.) punctor (Kirby)
14. A. (Och.) rempeli Vockeroth
15. Culex (Neoculex) territans Walker
16. Culiseta (Culiseta) alaskaensis (Ludlow)
17. Culiseta (Cs.) impatiens (Walker)

Figure 10. Liste des espèces de moustiques inventoriées à Poste-de-la-Baleine.

D'après Maire et Bussières (1983)



ALA: *Cs. alaskaensis*, CAN: *A. canadensis*, CIN: *A. cinereus*, COM: *A. communis*,
 DIA: *A. dianiaensis*, DEC: *A. denticus*, EXC: *A. excrucians*, FIT: *A. fitchii*,
 HEX: *A. hexodontus*, IMP: *Cs. impatiens*, NIG: *A. nigripes*, PIO: *A. pionips*,
 PUL: *A. pullatus*, PUN: *A. punctor*, REM: *A. rempeli*, TER: *Cx. territans*.

Figure 11. Distribution de 16 espèces de moustiques holarctiques à travers les zones et sous-zones bioclimatiques du Québec-Labrador.

D'après Maire (1980)

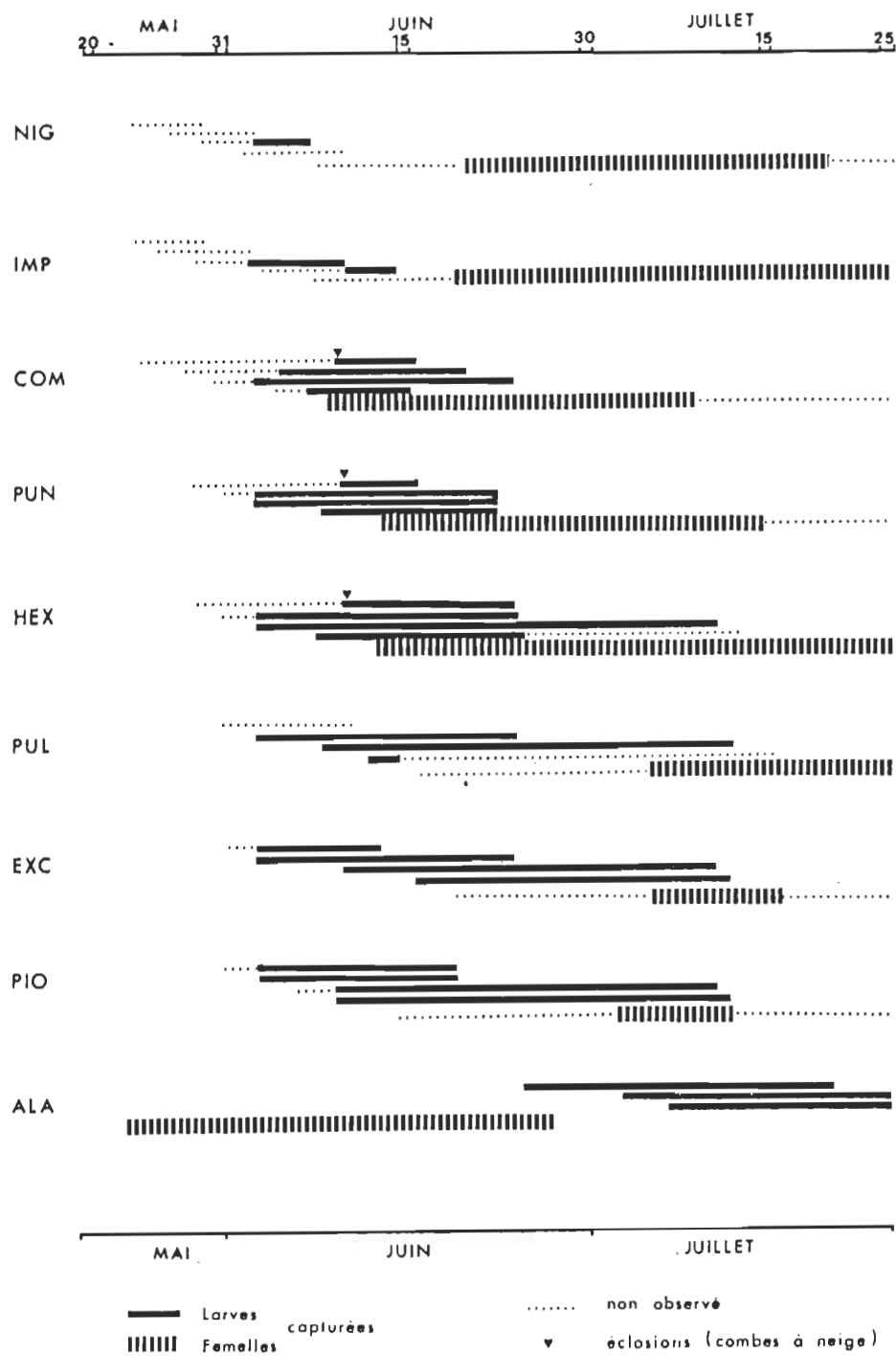


Figure 12. Représentation schématique de la phénologie des larves de Culicidae de Poste-de-la-Baleine.

Ligne 1, stade 1 et stade 2; ligne 2, stade 3; ligne 3, stade 4; ligne 4, nymphe; ligne 5, imagos femelles.

IV.2.2 ANALYSE QUANTITATIVE

Au stade larvaire, les espèces les plus fréquentes (Tableau 7) sont: Aedes hexodontus, présente 40 fois sur 43 échantillons (93 %) et Aedes punctor (47 %). Les espèces récoltées une fois seulement sont: Aedes canadensis (800 larves/m³), Culex territans (200 larves/m³) et Culiseta impatiens (400 larves/m³). Il est à cette étape intéressant de noter la très grande fréquence et l'ubiquisme remarquable d'A. hexodontus qui dans l'Hémiarctique prend la place d'A. punctor, l'espèce dominante de la forêt boréale (Maire et Aubin 1976,1980). Une étude sur les moustiques de la région du lac Delorme (Maire 1982;Goyette et Maire 1980), située dans le Haut-Subarctique mais à la limite avec l'Hémiarctique, montrait que A. hexodontus et A. punctor se partageaient la dominance sur les autres espèces.

Nous indiquons au tableau 8 les fréquences et les densités moyennes respectives des 9 espèces de la tourbière à paises pour chaque type de milieu correspondant à un groupement végétal (mois de juin et juillet). Ces données mettent en évidence l'ubiquisme remarquable d'Aedes hexodontus, qui manifeste toutefois une fréquence plus élevée dans la scirpaie (86,6 %), avec une densité moyenne légèrement inférieure (1 241 larves/m³) à celle de la cariçaie (1 696 larves/m³). A. punctor présente une fréquence et une densité moyenne plus élevées dans la saulaie. Sa

fréquence la plus faible est atteinte dans la cariçaie à Carex aquatilis. A. communis présente localement les plus fortes densités (52 832 larves/m³), avec une moyenne de 6 572 larves/m³, résultats confirmant des données antérieures comparables (Jenkins et Knight 1950; Dahl 1974; Maire et Aubin 1976; Nikolaeva 1978; Tessier et al 1981). Dans cette tourbière on la rencontre presque exclusivement dans les mares de paises peu dégradées, profondes, dont l'eau est très foncée. Ce type de mare de la cariçaie est localisé dans le secteur nord-ouest de la tourbière. Au mois de juillet Culiseta alaskaensis domine presque exclusivement dans la cariçaie. avec une fréquence (93,6 %) et une densité moyenne élevée (3 733 larves/m³)

Notons de plus que les densités larvaires des principales espèces de moustiques de la tourbière à paises étudiée sont dans l'ensemble plus élevées que dans les mares de rocher, milieu bien représenté à Poste-de-la-Baleine (Maire et Bussières 1983). Par contre, ces densités larvaires de moustiques sont fort comparables à celles obtenues dans des unités écologiques similaires à LG-1, Moyen-Subarctique (Tessier et al 1981). Dans ce secteur cependant, la composition en espèces diffère principalement par l'absence d' Aedes hexodontus dans la cariçaie à Carex aquatilis et la saulaie   Salix planifolia, milieux sur argile. A. hexodontus présente alors seulement une certaine importance dans l'unité sur tourbe à Carex limosa et Scirpus caespitosus en partageant la dominance avec A. punctor.

Tableau 7.
Fréquence et densité moyenne des espèces de moustiques
pour l'ensemble de la tourbière (juin et juillet)

ESPECE	f (%)	$\bar{X} \pm s$ (Log ($\bar{X} + 1$))	Nombre de larves (m ³) correspondant		
			$\bar{X} - s$	\bar{X}	$\bar{X} + s$
<i>A. communis</i>	23	3,6663 \pm 0,9786	487	4 637	44 146
<i>A. excrucians</i>	21	2,6366 \pm 0,4184	185	433	1 135
<i>A. hexodontus</i>	93	3,1467 \pm 0,5038	439	1 401	4 471
<i>A. pionips</i>	16	2,7490 \pm 0,3672	240	561	1 306
<i>A. punctor</i>	47	2,8617 \pm 0,3541	321	727	1 643
<i>A. canadensis</i>	2	2,9036 \pm 0,0000		800	
<i>C. alaskaensis</i>	16	3,4753 \pm 0,3870	1 225	2 987	7 282
<i>C. impatiens</i>	2	2,6031 \pm 0,0000		400	
<i>Cx. territans</i>	2	2,3010 \pm 0,0000		200	

Tableau 8.
Fréquence et densité moyenne des espèces de moustiques
classés par groupement végétaux (juin et juillet).

ESPECE	f (%)	$\bar{X} \pm s$ (Log (X + 1))	Nombre de larves(m ³) correspondant		
			$\bar{X} - s$	\bar{X}	$\bar{X} + s$
A - CARICAIE (JUN)					
<i>Aedes communis</i>	18,3	3,8177 ± 0,9052	817	6 572	52 832
<i>Aedes excrucians</i>	5,8	2,5248 ± 0,2671	181	334	619
<i>Aedes hexodontus</i>	58,3	3,2296 ± 0,4974	540	1 696	5 333
<i>Aedes pionips</i>	3,4	2,7488 ± 0,3672	241	561	1 306
<i>Aedes punctor</i>	14,2	2,8443 ± 0,3809	290	699	1 679
(JUILLET)					
<i>Cs. alaskaensis</i>	96,3	3,5720 ± 0,4166	1 430	3 733	9 740
<i>Cs. impatiens</i>	1,0	2,6031 ± 0,0000		400	
<i>Cx. territans</i>	2,7	2,3010 ± 0,0000		200	
B - SCIRPAIE (JUN)					
<i>Aedes hexodontus</i>	86,6	3,0938 ± 0,3370	571	1 241	2 696
<i>Aedes punctor</i>	13,4	2,9036 ± 0,0000		800	
(JUILLET)					
<i>Aedes canadensis</i>	100,0	2,9036 ± 0,0000		800	
C - SAULAIE (JUN)					
<i>Aedes communis</i>	12,8	2,3032 ± 0,0000		200	
<i>Aedes hexodontus</i>	58,6	2,8530 ± 0,5710	191	713	2 655
<i>Aedes punctor</i>	28,6	2,9165 ± 0,3329	383	825	1 776
(JUILLET)					
<i>Cs. alaskaensis</i>	100,0	3,1461 ± 0,0000		1 400	

Aedes pionips et Aedes excrucians n'ont pas été figurés au tableau 8 pour le mois de juillet, puisque présents seulement dans 2 relevés (No. 5 et 6). L'examen du tableau 5 indique que ces espèces à développement larvaire printanier sont présentes dans des mares à fortes densités d'A. communis au mois de juin.

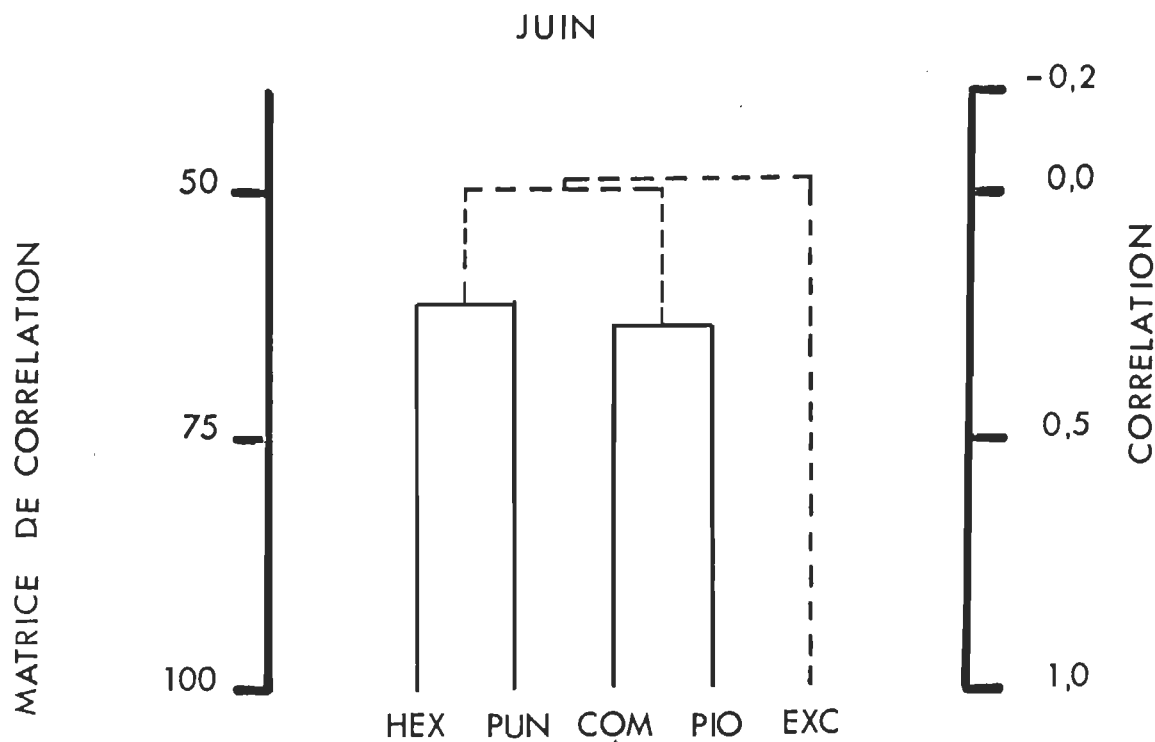
IV.2.3 ANALYSE DE GROUPEMENT DES ESPECES

Afin de vérifier les groupements formés par les espèces au sein de la tourbière, nous avons appliqué une analyse de groupement à la matrice de corrélation entre les espèces (Figure 13) pour l'ensemble des échantillons selon le type de développement larvaire printanier. Deux associations ressortent de cette analyse (Fig. 14) La première est constituée d' A. communis-A. pionips avec la corrélation (mesure de similarité) la plus élevée ($R = +0,28$). Une deuxième association est formée par le couple A. hexodontus-A. punctor ($R = +0,25$). Bien que ces coefficients de corrélation ne soient pas significatifs, le seuil de signification de R est 0,29 pour 43 échantillons (probabilité de 95 %) , ils sont du moins en accord avec ceux déjà obtenus pour la région de Poste-de-la-Baleine (Maire et Bussières 1983) et pour d'autres régions du Subarctique (Maire et al 1979). A. excrucians présente une cor relation nulle avec les autres espèces.

	HEX	COM	PUN	EXC	PIO
HEX	1.0000				
COM	.0108	1.0000			
PUN	.2463	-.1999	1.0000		
EXC	-.0399	.0040	.0739	1.0000	
PIO	-.0349	.2788	.1603	.2037	1.0000

Figure 13. Matrice de corrélations entre les espèces de moustiques de la tourbière à paises.

HEX:A. hexodontus, COM:A. communis, PUN:A. punctor,
 EXC:A. excrucians, PIO:A. pionips



COM: *Ae. communis*, EXC: *Ae. excrucians*, HEX: *Ae. hexodontus*
 PIO: *Ae. pionips*, PUN: *Ae. punctor*

Figure 14. Dendrogramme. Analyse de groupement des espèces.

IV.2.4 ANALYSE DE GROUPEMENT DES ECHANTILLONS

Une fois les groupements mis en évidence, il est intéressant d'approfondir l'analyse afin de connaître quels sont les échantillons correspondant à ces groupements de moustiques et si ces groupements correspondent aux groupements végétaux de la tourbière. Dans ce contexte, nous avons soumis les échantillons du mois de juin à une analyse de groupement des échantillons. Le dendrogramme ainsi formé est présenté à la figure 15.

Nous admettrons en premier lieu qu'il n'existe pas, à notre connaissance, de test statistique permettant de déterminer le niveau de signification des groupes d'échantillons formés. Néanmoins l'on distingue clairement 3 groupes dont la distance Euclidienne entre les variables (racine carrée de la somme des carrés des différences entre les valeurs des variables pour deux cas) est très proche. Le premier groupe correspond aux cas à présence d'A. communis seul. Le second aux cas à présence d' A. hexodontus seul et le troisième aux cas à présence d' A. hexodontus-A. punctor. A ceci s'ajoutent deux groupes moins évidents à distinguer soit un groupe à A. hexodontus-A. punctor-A. excrucians et un dernier correspondant aux trois échantillons justifiant l'association A. communis-A. pionips. Ces résultats renforcent les associations d'espèces mises en évidence en première analyse.

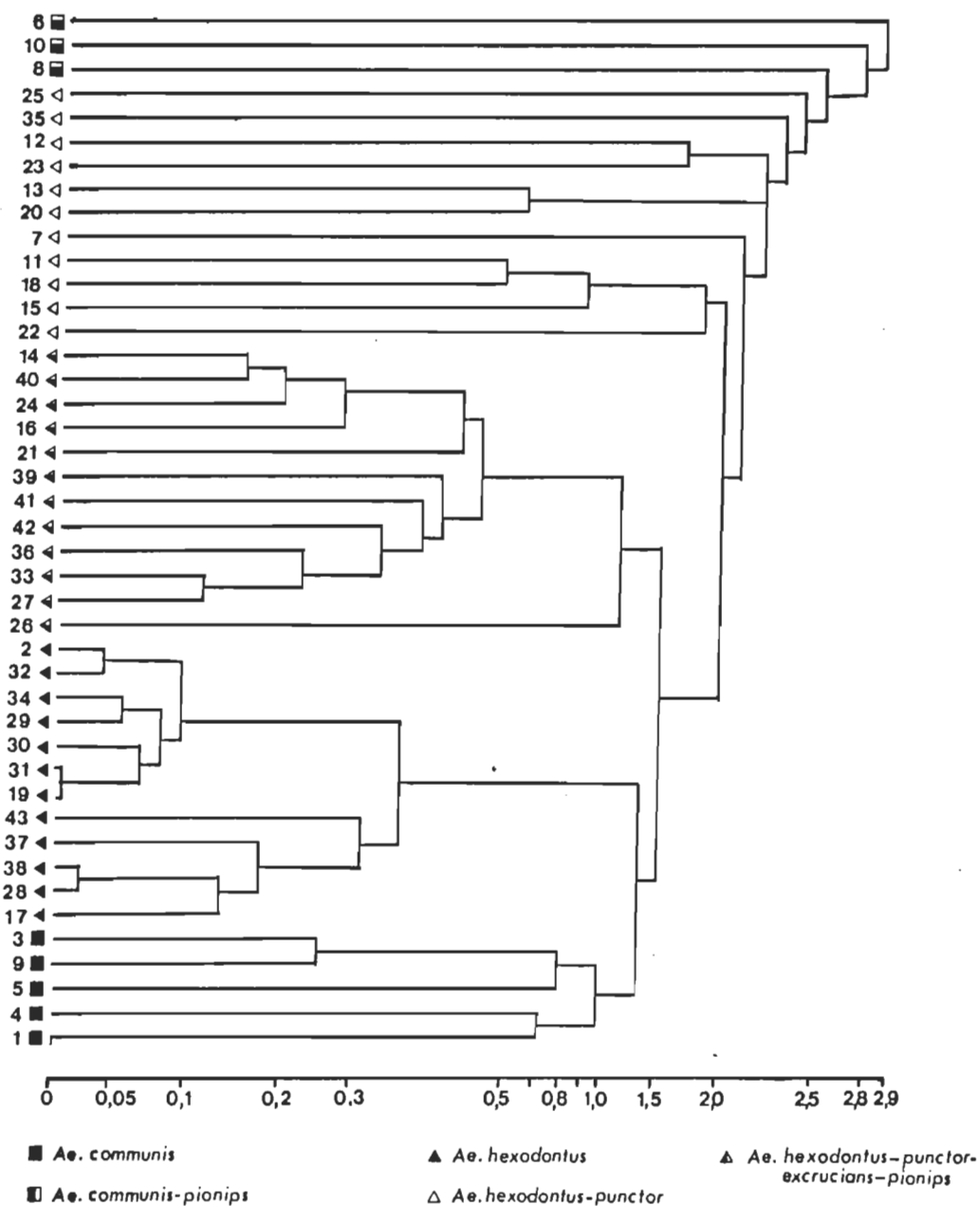


Figure 15. Dendrogramme. Analyse de groupement des échantillons.

La comparaison du dendrogramme des échantillons avec le tableau 5 permet de constater que les groupes d'échantillons à présence d'une seule espèce ne correspondent pas à la réalité du terrain. Ainsi A. hexodontus seul caractérise la scirpaie mais l'on retrouve également des échantillons à A. hexodontus seul dans la cariçaie. A. communis seul et A. communis-A. pionips sont dans la cariçaie où l'on retrouve également A. hexodontus seul ou avec d'autres espèces. Ces résultats introduisent déjà le problème de la sélectivité des habitats qui sera élaboré aux sections IV.4 et IV.5 de ce chapitre.

IV.3 LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES GITES CULICIDIENS

Le tableau 9 présente les mesures physico-chimiques des mares échantillonnées de la cariçaie, la scirpaie et la saulaie selon 3 périodes. Précisons tout d'abord qu'il n'existe pas de relations entre le pH et les concentrations ioniques de l'eau libre et celles de la tourbe, tel que démontré par Gauthier (1980) dans une étude des tourbières du Parc des Laurentides (Québec). Ainsi, ces mesures ne sont pas représentatives du sol sur lequel croissent les végétaux mais bien des mares distribuées au sein du couvert végétal.

L'examen de ce tableau permet de constater l'homogénéité des caractères physiques et chimiques des mares des différents groupements végétaux de la tourbière pour chaque période de mesure. Au mois de juin, le pH est légèrement acide (5,86-6,05), la conductivité faible (34-42

Tableau 9.
 Caractéristiques physico-chimiques des gîtes
 culicidiens classés par groupement végétaux
 selon trois périodes de mesures.

GROUPEMENT VEGETAL	pH	$\mu\text{S/cm}$	T(eau) C	T(air) C	% VEG. MARE
A - 01-25 JUIN					
CARICAIE	5,88	42	14	19	21
SCIRPAIE	6,05	34	13	18	18
SAULAIE	5,86	41	13	20	50
B - 26 JUIN - 15 JUILLET					
CARICAIE	5,57	52	13	12	..
SCIRPAIE	5,83	35	15	12	..
SAULAIE	5,70	52	13	12	..
C - 16-31 JUILLET					
CARICAIE	5,29	48	9	10	..
SCIRPAIE	5,84	40	11	10	..
SAULAIE	5,66	46	9	10	..

$\mu\text{S/cm}$). Toutes les mares présentent un fort coefficient d'ensoleillement, la tourbière étudiée étant dans son ensemble un milieu de type ouvert. La tendance vers une acidification des mares de cariçaie semble due à la diminution du volume des mares résultant de l'assèchement graduel de ce milieu pendant l'été. La saulaie est un milieu d'eau circulante généralement bien drainé. On y retrouve peu de gîtes culicidiens sous l'abri des arbustes. En fait, plusieurs mares dites de saulaie sont situées en clairière à Carex aquatilis. La température moyenne de l'eau suit généralement celle de l'air à quelques degrés près. Une droite de régression établie à partir des températures de l'eau et de l'air dans la tourbière pour la période du 01-25 juin (figure 16) permet de confirmer cette relation ($R=0,478$). Le seuil de signification de R est 0,36 pour 30 échantillons (probabilité de 95 %). Les différences de l'ordre de 5 à 8 degrés au printemps semblent coïncider avec la fonte récente des glaces.

Ces quelques constatations nous amènent à discuter des caractères hydrauliques d'une tourbière sur pergélisol. Les mesures de température de l'eau des mares de paises semblent indiquer une faible participation d'eau de fonte du pergélisol. De plus, il est difficile de vérifier la part des argiles dans l'enrichissement et la neutralisation du pH du milieu. Selon Dever et al (1982) dans une étude des écoulements de l'eau dans une tourbière sur pergélisol à l'aide de traceurs isotopiques, les eaux de fonte des neiges et du pergélisol ne participent pas aux écoulements de surface. On se rappellera que la

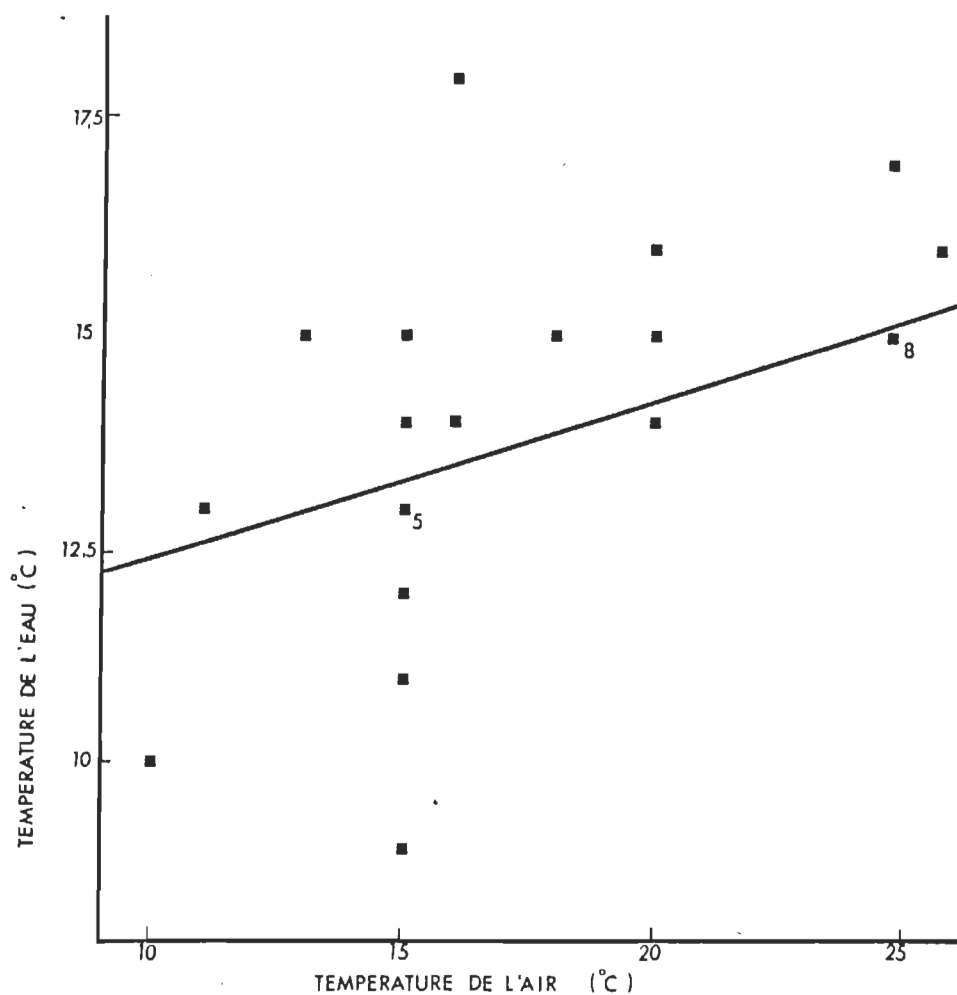


Figure 16. Droite de régression entre la température de l'eau des mares et celle de l'air dans la tourbière à paises. (Mares de caricaie juin et juillet 1982)

masse de pergélisol est située en majeure partie dans la couche argileuse (Railton 1968; Lagarec 1979). Néanmoins, l'exudation d'argile aux travers de la tourbe par la dégradation de certaines palses pourrait également contribuer par érosion à enrichir localement le milieu.

On ne peut devant ces faits considérer la tourbière à palses comme un milieu strictement tourbeux. Pour toutes ces raisons, nous avons classé la tourbière à palses dans la catégorie "substrat argilo-tourbeux" dans notre étude de l'ensemble du secteur de Poste-de-la-Baleine (Maire et Bussièrès 1983). Le caractère minerotrophique de la tourbière serait principalement lié aux eaux de ruissellement en provenance de la réserve en eau du bassin suite aux précipitations.

En résumé, la tourbière à palses étudiée est un milieu argilo-tourbeux de type ouvert. Il y a peu de différences dans les caractères physico-chimiques des gîtes culicidiens entre les différents groupements végétaux.

IV.4 LES UNITES ECOLOGIQUES

Nous présentons au tableau 10 chacune des unités écologiques (niveau écologique) de la tourbière à palses étudiée résultant de l'analyse classique des milieux à larves de moustiques. Chaque niveau est identifié par les espèces végétales caractéristiques, ainsi que les principales espèces constituant la flore compagne. De plus nous avons

indiqué quelles sont les espèces de moustique caractéristiques et celles qui les accompagnent. Nous indiquons également la densité larvaire moyenne de l'espèce dominante et le % de recouvrement en eau du milieu au mois de juin et juillet. Une brève description du gîte complète la caractérisation des niveaux.

En fait, ce tableau a pour objet principal de présenter une image globale des groupements végétaux et de la répartition des espèces de moustiques dans ces groupements. Cette méthode d'analyse permet déjà de se rendre compte de la faible sélectivité des moustiques pour leurs habitats larvaires. Ainsi, l'association A. hexodontus-A. punctor est présente dans tous les groupements. Tel que discuté précédemment, le niveau à Carex aquatilis et Sphagnum riparium identifiant l'association A. communis-A. pionips ne serait pas mis en évidence par la végétation. Nous avons cependant tenu à l'isoler en raison de la forte densité d'A. communis et des caractéristiques des mares à cet endroit.

Nous tenterons à la section suivante, par l'emploi de l'analyse discriminante multivariée, de vérifier cette apparente absence de sélectivité.

Tableau 10.
Les unités écologiques de la tourbière à paises.

NIVEAU ECOLOGIQUE	PLANTES COMPAGNES	ESPECES CULICIDIENNES DOMINANTES	ESPECES CULICIDIENNES COMPAGNES	DENSITE L/M ³	% EAU MILIEU	DESCRIPTION DU GITE
Niveau à <i>Carex aquatilis</i>	<i>Betula glandulosa</i> <i>Sphagnum riparium</i> <i>Sphagnum russowii</i> <i>Carex canescens</i> <i>Rubus chamaemorus</i>	<i>Ae. hexodontus</i> <i>Ae. punctor</i> <i>Cs. alaskensis</i>	<i>Ae. excrucians</i> <i>Ae. pionips</i> <i>Cs. impatiens</i> <i>Cx. territans</i>	1 700	38 29	Mares de pied de paises dégradées et très dégradées peu profondes (20-30 cm)
Niveau à <i>Carex aquatilis</i> et <i>Sphagnum riparium</i>	<i>Potentilla palustris</i>	<i>Ae. communis</i>	<i>Ae. pionips</i>	6 600	28 21	Mares de pied de paises peu dégradées profondes (40 cm)
Niveau à <i>Scirpus cespitosus</i> et <i>Betula glandulosa</i>	<i>Ledum groenlandicum</i> <i>Salix pedicellaris</i> <i>Andromeda glaucophylla</i> <i>Calamagrostis canadensis</i> <i>Eriophorum russeolum</i>	<i>Ae. hexodontus</i>	<i>Ae. punctor</i> <i>Ae. canadensis</i>	1 200	26 33	Mares de réticules
Niveau à <i>Salix argyrocarpa</i>	<i>Salix planifolia</i> <i>Betula glandulosa</i> <i>Rubus acaulis</i> <i>Mitella nuda</i> <i>Galium labradoricum</i>	<i>Ae. hexodontus</i> <i>Ae. punctor</i>	<i>Ae. excrucians</i> <i>Ae. communis</i> <i>Cs. alaskaensis</i>	800	35	Mares ouvertes ou fermées peu profondes

IV.5 L'ANALYSE DISCRIMINANTE

Nous avons groupé au tableau 11 les résultats de l'ensemble de l'analyse. L'ordre de présentation respecte le schéma de la figure 7. Chaque test se réfère à l'hypothèse présentée à la section 5 du chapitre III.

Mentionnons tout d'abord que les tests de classement simples végétation-végétation, moustique-moustique et sphaignes-sphaignes servent uniquement à vérifier l'assignation initiale des échantillons à chacun des groupes selon la variable ayant servi à la classification. De ce fait, les % de classification correcte sont toujours très élevés. L'hypothèse n'est vraiment testée qu'à partir du moment où l'on change de variables (par exemple, végétation-moustique).

En premier lieu, nous avons vérifié si les populations de moustiques présentent la même distribution que les groupements végétaux définis à la section 1.2 du chapitre IV (cariçaie, scirpaie et saulaie). Il s'est avéré que les différences entre les populations de moustique de ces groupes étaient insuffisantes pour les différencier. Ce qui confirme implicitement l'hypothèse nulle. L'importance des sphaignes est masquée par d'autres variables lorsque l'on utilise à la fois les plantes

vasculaires et les sphaignes. Pour cette raison, les sphaignes ont constitué un groupe d'analyse à part.

Tableau 11.
Resultats de l'analyse discriminante par étapes.

ANALYSE DISCRIMINANTE PAR ETAPES								
GROUPE	VARIABLES UTILISEES	VARIABLES COMPOSANT LA FONCTION DISCRIMINANTE	NOMBRE D'OBSER- VATIONS	LAMBDA DE WILKS	F-Estimé	TEST de F	% TOTAL de CLASSI- FICATION CORRECTE	PROBABILITE INITIALE
Végétation	Végétation	<i>C. aquatilis</i> <i>S. cespitosus</i> <i>S. argyrocarpa</i>	42	0,0424 (2,39)	47,58 (6,74)	2,59	97,6	33
	Moustique	.....	..	.....	.....	.....	....	...
Moustique(A)	Moustique	<i>Ae. hexodontus</i> <i>Ae. communis</i>	42	0,0074 (2,39)	202,61 (4,76)	2,97	97,6	33
	Végétation	<i>R. chamaemorus</i>	42	0,7911 (2,39)	5,15 (2,39)	4,05	35,7	33
	Sphaignes	<i>S. riparium</i>	35	0,7739 (2,32)	4,68 (2,32)	4,15	48,6	33
	Physico- chimiques(a)	Volume des mares	42	0,6105 (2,39)	12,44 (2,39)	4,05	61,9	33
	Physico- chimiques(b)	Surface des mares % eau du milieu	35	0,5542 (2,32)	5,32 (2,32)	4,15	60,0	33
	Physico- chimiques(c)	pH	35	0,7492 (2,32)	5,35 (2,32)	4,15	31,4	33
	Moustique(B)	<i>Ae. hexodontus</i> <i>Ae. communis</i>	42	0,0289 (1,40)	654,91 (2,39)	4,05	100,0	50

Tableau 11. (suite)

GROUPES	VARIABLES UTILISEES	ANALYSE DISCRIMINANTE PAR ETAPES						
		VARIABLES COMPOSANT LA FONCTION DISCRIMINANTE	NOMBRE D'OBSER- VATIONS	LAMBDA de WILKS	F-Estimé	TEST de F	% TOTAL de CLASSI- FICATION CORRECTE	PROBABILITE INITIALE
Moustique(B)	Végétation	R. chamaemorus P. palustris U. intermedia B. glandulosa P. mariana(a) S. arctophila	42	0,4522 (1,40)	7,07 (6,35)	2,80	90,5	50
	Physico- chimiques(a)	Surface des mares	40	0,5342 (1,38)	16,13 (2,37)	4,08	87,5	50
	Physico- chimiques(b)	pH	35	0,8167 (1,33)	7,41 (1,33)	5,50	71,4	50
	Physico- chimiques(c)	pH, surface des mares, volume.	35	0,5518 (1,33)	8,39 (3,31)	3,59	88,6	50
	Sphaignes	S. riparium	35	0,7897 (1,33)	8,79 (1,33)	5,50	71,4	50
Secteurs de paises	Végétation	V. uliginosum L. laricina(a) O. microcarpus	26	0,2590 (2,23)	6,75 (6,42)	2,72	80,8	33
	Moustique	Ae. punctator Ae. communis Ae. hexodontus	26	0,2261 (2,23)	7,72 (6,42)	2,72	73,1	33
	Sphaignes	.....	...	.....	.....	.....	.....	...

tableau 11. (suite)

ANALYSE DISCRIMINANTE PAR ETAPES								
GROUPE	VARIABLES UTILISEES	VARIABLES COMPOSANT LA FONCTION DISCRIMINANTE	NOMBRE D'OBSER- VATIONS	LAMBDA de WILKS	F-Estimé	TEST de F	% TOTAL de CLASSI- FICATION CORRECTE	PROBABILITE INITIALE
Secteurs de paises	Physico- chimiques(a)	T de l'eau % eau du milieu	26	0,4527 (2,23)	5,39 (4,44)	3,09	61,5	33
	Physico- chimiques(b)	% eau du milieu	24	0,5820 (2,21)	7,54 (2,21)	4,42	58,3	33
	Physico- chimiques(c)	% rec. veg. T eau, pH.	25	0,1551 (2,22)	10,26 (6,40)	2,74	88,0	33
Sphaignes	Sphaignes	<i>S. riparium</i> <i>S. russovii</i>	34	0,2589 (2,31)	14,48 (4,60)	3,01	85,3	33
	Moustique	<i>Ae. communis</i>	34	0,7995 (2,33)	4,14 (2,33)	4,10	38,9	33
	Physico- chimiques(a)	Volume des mares	26	0,7043 (2,23)	4,83 (2,23)	4,35	65,4	33
	Physico- chimiques(b)	.....	..	.....	.....	.....	.....	...
	Physico- chimiques(c)	pH	25	0,5429 (2,22)	9,26 (2,22)	4,38	48,0	33

LEGENDE ET COMMENTAIRES

Abréviations.

F-estimé = Rapport F équivalent au Lambda de Wilks

Lambda de Wilks: Test multivarié permettant d'établir si les groupes présentent des différences significatives quant à la position de leurs centroides.
(0:dispersion maximum à 1:pas de dispersion intergroupe)

% total de classification correcte: Pourcentage de classification correcte pour tous les groupes d'après la fonction de classification établie à partir de la distance de Mahalanobis (D) de chaque cas au centre du groupe.

Probabilité initiale = Probabilité initiale d'appartenir à un groupe due au hasard.
Par exemple, pour trois groupes cette probabilité est de 33 %.

Les degrés de liberté sont indiqués en italique entre parenthèses sous les valeurs du lambda de Wilks et du F-Estimé

L'analyse du premier test "végétation" ne se poursuit pas au niveau physico-chimique puisque ces mesures sont celles de l'eau des mares plutôt reliées à l'habitat du moustique.

Dans certains tests, le nombre de cas utilisés est inférieur au nombre de cas initial, puisque certains échantillons ne comportent aucune donnée (dépendant des variables utilisées). Elles sont alors automatiquement rejetées par l'analyse (Dixon et al 1981 p. 519)

Le test de F est lu dans la table "Critical values of the F distribution" (Zar 1974), au niveau de probabilité 0,05 ou 95 % d'intervalle de confiance du test bilatéral.

Il devenait intéressant de raisonner à l'inverse afin de vérifier si la distribution des populations végétales correspondait à celle des moustiques sériée selon leur dominance. De plus, cette analyse permet d'identifier les espèces végétales qui sans constituer des groupements ou sous-groupements typiques sont le plus liées aux communautés de moustiques. A cette fin l'analyse a été effectuée dans un premier temps sur trois groupes de moustiques, soit: A. communis, A. hexodontus-A. punctor et A. hexodontus-A. punctor-A. excrucians-A. pionips (densités faibles). Les résultats obtenus donnent pour les plantes vasculaires un % de classification correcte de 35,7 % et pour les sphaignes 48,6 %, donc dans l'ensemble très faible, compte tenu de la probabilité initiale (hasard) de 33 %. Les variables discriminantes Rubus chamaemorus et Sphagnum riparium seraient associées au groupe A. communis. Au point de vue physico-chimique, le volume des mares serait principalement responsable des différences au mois de juin et juillet. Les différences de pH à la fin de l'été sont non significatives. Dans un deuxième temps ne furent retenus que les groupes les plus différents soit A. communis et A. hexodontus-A. punctor. Le groupe à densité faible A. hexodontus-A. punctor-A. excrucians -A. pionips fut inclus dans ce dernier. Cette analyse devient de ce fait une fonction discriminante simple (2 groupes) qui peut être considérée comme un cas particulier de l'analyse canonique (Legendre et Legendre 1979). Il faut donc interpréter les résultats avec prudence. Nous considérons ici cette analyse comme une précision de la première.

Les résultats obtenus donnent un % de classification correcte de 90,5 % pour les plantes vasculaires et de 71,4 % pour les sphaignes. Notons toutefois que dans ce cas la probabilité initiale passe de 33 % à 50 %. Les F-estimés sont légèrement supérieurs à la première analyse. Les variables discriminantes Rubus chamaemorus et Potentilla palustris sont reliées au groupe A. communis, alors que Utricula intermedia, Betula glandulosa et Salix arctophila sont associés au groupe A. hexodontus-A. punctor. Au point de vue physico-chimique, la surface des mares et le pH au mois de juillet contribuent le plus à séparer les deux groupes. Même si le rapport F et le % de classification correcte sont élevés, il est cependant plus difficile sur le terrain de constater des différences réelles. Ainsi Potentilla palustris est présent dans le secteur du groupe A. communis sans nécessairement se trouver dans les mares occupées par cette espèce. De plus, le secteur du groupe A. communis est aussi un secteur à forte présence d'A. hexodontus. La plus grande faiblesse de cette dernière analyse est que le nombre de mares à A. communis est petit (10) comparé à celui de l'autre groupe (33). La variance intra-groupe est donc plus élevée pour le groupe A. hexodontus-A. punctor. De plus, le nombre d'échantillons limite de 40 proposé par Tatsuoka (1970) pour ce genre d'analyse n'est pas respecté.

Nous avons aussi voulu vérifier l'influence de l'état de dégradation des paises sur le milieu. Les paises étant toutes situées à l'intérieur du vaste groupement de la Caricaie à Carex aquatilis, les échantillons de la scirpaie et de la saulaie ont été exclus de cette

Tableau 12.
Espèces végétales et culicidiennes choisies de la
de la caricaie à Carex aquatilis classés selon
l'état de dégradation des paises.

CARICAIE A <i>Carex aquatilis</i>																																					
	PALSES PEU DEGRADEES									PALSES DEGRADEES									PALSES TRES DEGRADEES																		
No. du relevé	1	5	6	4	8	2	3	9	7	10	12	18	11	13	14	15	17	16	19	27	25	23	21	20	24	22											
<u>Strate arbustive basse</u>																																					
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	.	+	1	+	.	.	.	+	+	.	3										
<i>Larix laricina</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	+	.	+										
<i>Oxycoccus microcarpus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<u>Strate herbacée</u>																																					
<i>Carex aquatilis</i>	1	2	2	1	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	.	2	2	3	3	3	3	3	.											
<i>Rubus chamaemorus</i>	.	+	1	.	.	1	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	+	+											
<i>Potentilla palustris</i>	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<u>Sphaignes</u>																																					
<i>Sphagnum riparium</i>	1	3	3	.	3	3	3	3	1	1	.	1	.	.	1	1	.	1	.	.	3	.	2	1	2	.											
<u>Culicides (Juin)</u>																																					
<i>Aedes hexodontus</i>	4	+	.	4	1	4	+	+	5	+	1	2	3	4	3	4	2	3	4	1	.	1	3	3	.	+											
<i>Aedes punctor</i>	+	+	+	1	1	+	1	.	1	.	3	.	.	2	+	.	.	.										
<i>Aedes communis</i>	+	5	4	+	4	.	4	5	+	4										
<i>Aedes excrucians</i>	+	.	+	+	.	+	.	+										
<i>Aedes pionips</i>	.	.	1	.	+	+	1	+	.	.	+	.										
<u>Culicides (Juillet)</u>																																					
<i>Culiseta araskaensis</i>	3	3	.	4	.	2	4										

Extrait du Tableau 5.
Le chiffre correspond à l'abondance-dominance au sens de
Braun-Blanquet (1932), celui des culicides à l'abaque
fréquence relative(%) / Larves/m³ de Maire et Aubin (1980)

analyse.

Les résultats obtenus permettent de différencier les secteurs de paises d'après la végétation à 80%. Vaccinium uliginosum serait le plus présent dans la zone de paises dégradées et Larix laricina dans le secteur de paises très dégradées. (Tableau 12). Ces faibles différences avec des indices d'abondance-dominance de l'ordre de la simple présence sont difficilement perceptibles sur le terrain. Les différences pour Oxycoccus microcarpus montrent bien la puissance de discrimination de l'analyse. Les populations de moustiques sont également bien différenciées (73,1%). A. punctor aurait une fréquence plus élevée dans le secteur de paises dégradées. A. communis et A. pionips seraient également plus fréquentes dans le secteur de paises peu dégradées. Au point de vue physico-chimique les différences dans la température de l'eau et du pH seraient les plus importantes.

Nous terminerons cette série de tests statistiques par l'examen de la relation entre la distribution des populations de plantes invasculaires (les sphaignes) et celle des populations de moustiques (tableau 11). Il s'est avéré que ce critère ne permet qu'une faible différenciation des populations de moustique (38,9%). Une fois de plus le volume et le pH des mares contribuent le plus à séparer les groupes.

Nous pensons , compte tenu de l'information recueillie, avoir épuisé toutes les alternatives possibles. La présence d'A. communis dans la cariçaie à Carex aquatilis sans être associée à un sous-groupement végétal plus fin, celle d'A. canadensis dans la scirpaie à Scirpus caespitosus milieu dominé presque exclusivement par A. hexodontus, la localisation nette de Culiseta alaskaensis dans le secteur des paises peu dégradées de la cariçaie, ainsi que les résultats obtenus pour l'analyse des secteurs de paises, semblent indiquer que la nature des mares elles-mêmes serait préférée à l'habitat.

Ces résultats viennent donc confirmer les conclusions de notre étude pour l'ensemble du secteur de Poste-de-la-Baleine. Les travaux antérieurs montraient avec netteté que l'on pouvait caractériser les habitats à larves de moustiques par le groupement végétal englobant les mares. Dans le prochain chapitre nous tenterons d'expliquer les différences rencontrées dans cette zone biogéographique.

CHAPITRE V

SYNTHESE ET CONCLUSION

V.1 RELATIONS HABITATS-ESPECES DE MOUSTIQUES

Compte tenu des résultats de l'analyse discriminante et des limites de notre étude, il semble que le rôle indicateur de la végétation hémiarctique en termes d'habitats larvaires de moustiques serait plus faible que dans les zones bioclimatiques méridionales. Cela s'explique en partie en considérant la diversité réduite des habitats due à la structure relativement simple de la végétation, l'homogénéité des conditions hydrologiques et la présence d'argile au sein de la tourbe. D'autre part, cette diminution du rôle de la végétation dans la caractérisation des habitats larvaires de moustiques semble également liée aux stratégies complexes du choix de ponte des femelles confrontées aux pressions écologiques du milieu telles que la rareté des ressources et la rigueur du climat. Les facteurs influençant le choix des femelles encore mal connus et partiellement discernables par la méthode utilisée, paraissent favoriser un opportunisme marqué dont la résultante serait une tendance vers l'ubiquisme plutôt que la spécialisation dans l'habitat. Aedes hexodontus serait à ce titre l'exemple le plus

remarquable, mais ceci peut s'appliquer aussi à A. excrucians, A. communis, A. punctor et dans une certaine mesure à A. pionips. Cette tendance serait en accord avec la tendance générale des adaptations présentées par les arthropodes arctiques, dont la somme est une réponse globale face aux conditions défavorables au lieu d'une spécialisation en fonction d'une condition spécifique (Danks 1981).

Toutefois, plusieurs espèces, souvent d'ailleurs se trouvant à la limite de leur distribution latitudinale, se retrouvent dans des habitats similaires à ceux dans lesquels elles avaient été notées plus au sud. Ainsi Aedes canadensis ne s'observe que dans les mares de fen à Scirpus caespitosus dominant; A. pionips ne se trouve que dans les mares ombragées et y est souvent avec A. communis; ce couple a déjà été mis en évidence plus au sud. Enfin A. punctor est l'une des espèces les plus fréquentes des champs de paises, milieu surtout tourbeux. Dans le Subarctique, A. punctor est caractéristique de cette zone, y préférant même les sites plutôt ombragés. Ces observations, dans une certaine mesure, confirment le caractère boréal de cette espèce (Maire et Bussières 1983).

Aedes excrucians est l'une des espèces régulièrement citées dans les régions nordiques analogues, surtout en Scandinavie et en Eurosib rie (Natvig 1948; Curtis 1953; Frh ne 1953; Dahl 1974, 1975; Ostroushko 1967; Wood et al 1979). Le fait de l'avoir observée dans les mares de la tourbière à paises est conforme, relativement, aux observations antérieures concernant l'écologie de cette espèce dans le

Boréal (Maire 1980,1982) et aux renseignements fournis par les précédents auteurs. Quant à Aedes hexodontus, c'est l'espèce par excellence de l'Hémiarctique, réputée pour l'abondance de ses populations et leur agressivité (Nikolaeva 1978; Dahl 1974,1975;Ostroushko 1967;Wood et al 1979)(Maire et Bussièrès 1983)

Les espèces à développement larvaire estival Culiseta alaskaensis et Cs. impatiens souvent associées, sont largement distribuées dans la forêt boréale et se retrouvent fréquemment au sein de mares atypiques dont l'eau présente une forte turbidité. Des larves de ces deux espèces ont également été récoltées dans des cariçaies à Carex aquatilis à Sakami-LG 3 (Maire et Aubin 1980). L'on devait donc s'attendre à les retrouver dans la tourbière à paises étudiée.

V.2 SOMMAIRE DES ANALYSES STATISTIQUES

Bien que les analyses statistiques utilisées apparaissent multiples et complexes, la démarche dans son ensemble est des plus simple. Il importe tout d'abord de se rappeler que celle-ci se divise en deux parties distinctes, soit l'étude des populations larvaires de moustiques (analyse de groupement des espèces (1M) et analyse de groupement des échantillons (2M)) et l'étude de la sélectivité des habitats larvaires (analyse de groupement KM et analyse discriminante). L'emploi de ces analyses s'est inscrit dans la suite d'un effort de quantification des données relatives à l'étude des moustiques et de leur habitats permettant leur traitement au moyen des statistiques paramétriques. Ces

analyses présentent des perspectives fort intéressantes bien qu'elles aient été peu utilisées par le passé. Leur utilisation constituait en fait, un exercice de recherche en soi. Certaines d'entre elles se sont avérées très pertinentes d'autres un peu moins.

En ce qui concerne l'étude des populations larvaires de moustique, l'analyse de groupement des espèces permet de distinguer les associations d'espèces avec un niveau de précision satisfaisant. Le seuil de signification des coefficients de corrélation peut être obtenu facilement d'une table, permettant ainsi la vérification instantanée de l'analyse. Le dendrogramme qui en est issu permet en outre de visualiser les relations d'une espèce à l'ensemble de la communauté. Cette méthode fut appliquée aux populations larvaires de moustiques avec succès à quelques reprises (Maire 1982; Maire et Bussièrès 1983). Par contre l'analyse de groupement des échantillons s'est avérée moins utile. Le plus grand défaut de cette analyse est l'absence de test de signification. Néanmoins, elle pourrait servir à compléter une analyse d'ordination (PCA, RA, ...).

Dans le cas de l'étude de la sélectivité des habitats larvaires, le plan d'échantillonnage avait été conçu de façon à utiliser une analyse multivariée permettant de tester les différences entre groupes. Ayant retenu l'analyse discriminante, le plan de traitement des données comportait 2 étapes : (1) formation des groupes, (2) test des différences entre groupes.

L'analyse discriminante est applicable lorsque les groupes sont bien définis et que l'ensemble des mesures a une signification écologique. Les groupes ou habitats définis par la présence ou l'absence d'une espèce ne sont pas toujours bien définis. Au moins 3 raisons pour qu'une espèce soit absente peuvent être mentionnées: (1) l'habitat est incompatible, (2) l'habitat est compatible mais l'espèce est absente pour d'autres raisons, (3) l'habitat est compatible et occupé, mais l'échantillonnage ne permet pas de détecter la présence de l'espèce. Une analyse discriminante basée sur des groupes formés par absence-présence implique que l'absence est due seulement à la première raison mentionnée, ce qui n'est pas forcément vrai (Johnson 1981). La recherche de groupes formés autrement que par absence-présence conduit à l'utilisation de l'analyse de groupement KM du logiciel BMDP. Cette analyse s'est avérée fort efficace. Elle correspond sensiblement au mode de formation des groupes de l'analyse phytosociologique classique. L'analyse discriminante est un outil puissant et précis permettant de vérifier clairement les différences entre groupes. Par contre la rigueur de cette analyse nous l'avons vu, peut amener à des situations trompeuses où le test statistique est valide mais n'a aucune signification écologique. Enfin, pour utiliser l'analyse discriminante au maximum de ses possibilités, il est préférable de disposer en début de traitement d'un lot de données assez important afin de conserver un nombre limite d'échantillons (cas) par groupe. Le nombre d'échantillons conservés en fin de traitement sera moindre en raison du retrait de certains groupes et de la formation de sous-groupes. Il conviendrait

également de surveiller la représentativité de chaque groupe au sein de l'échantillonnage par un pré-traitement des données disponibles.

V.3 LIMITES DE LA METHODE

L'interprétation de nos résultats doit tenir compte aussi des faiblesses de la méthode. La notion d'habitat larvaire est toujours demeurée assez vague puisque l'on ne connaît pas précisément les paramètres responsables du choix des moustiques pour un lieu donné. L'on admet maintenant que les facteurs du milieu que l'on peut mettre en évidence par la végétation n'expliquent qu'une partie du choix des femelles de moustiques pour leur habitats larvaires (Maire 1983). D'autres facteurs tels que la présence de produits de dégradation liés aux bactéries et des phéromones produites par l'oeuf, la larve ou les nymphes seraient également très importants. Outre ces facteurs, le choix sera également influencé par le comportement ovipositeur (attirance vers les surfaces noires) la capacité de dispersion, le potentiel génétique, l'état nutritionnel de l'individu et les conditions climatiques. A la lumière des nouvelles connaissances dans le domaine, le lien entre la végétation et ces facteurs devra cependant être précisé par le développement de nouvelles techniques de mesure.

V.4 CONSIDERATIONS ET AVENUES DE RECHERCHE

En ce qui concerne les moustiques, il est difficile de généraliser compte tenu des variations zonales et intrazonales dans la distribution des espèces. Au sud, les espèces sont cependant mieux partagées par rapport à l'affinité du substrat, même lorsque la présence des tourbes devient très importante comme dans le Subarctique. Nous avons vu précédemment, en comparant les résultats obtenus dans la tourbière à paises avec ceux de l'ensemble du secteur, que les espèces dominantes de la tourbière Aedes hexodontus, A. punctor et A. communis sont également présentes en milieu rocheux. D'une part, A. hexodontus est caractéristique de l'Hémiarctique, son ubiquisme y est remarquable. D'autre part, A. communis semble confiné à un nombre plus restreint de biotopes, soit la saulaie-aulnaie, les mares de paises peu dégradées et profondes, les mares à feuilles et la pessière à mousses. Notons à ce propos que la pessière à mousses ou ("shaded spruce forest" de Jenkins et Knight (1952)) a été peu prospectée dans notre étude (Maire et Bussières 1983); son importance a de ce fait été masquée. Néanmoins, un relevé effectué lors d'une expédition longue confirme la présence d' A. communis en densité élevée dans ce milieu (1 700 larves/m³).

A partir de ces faits on est en mesure de poser les questions suivantes.

1) Quels sont les facteurs du milieu qui justifient pour A. hexodontus une telle sélection biogéographique et écologique?

2) Pourquoi A. communis est présent seulement dans les mares de pied de paises peu dégradées profondes dans la tourbière étudiée?

3) Qu'est ce qui à l'échelle du moustique est différent dans l'Hémiarctique par rapport aux régions plus méridionales?

Ce travail ne permet pas de répondre à ces questions mais l'on peut émettre des hypothèses.

D'une façon générale, la longueur du jour et sa variation sont fonction de la latitude. Par exemple, à partir de l'équinoxe du printemps, les jours sont plus longs aux latitudes plus élevées et l'augmentation y est plus rapide qu'au sud. Cependant le climat est habituellement plus froid de sorte que la saison de reproduction est réduite (Saunders 1976; Beck 1980). Les espèces de moustiques présentes à ces latitudes ont développé des stratégies d'adaptation tels l'autogénie et la diapause. Cette dernière est régie en partie par les phénomènes de thermopériode et de photopériode et a pour effet de limiter le cycle du moustique à de courtes périodes de développement de masse.

Les relations entre la photopériode et la thermopériode sont fort complexes. Des différences à la réponse photopériodique pour différentes localités à la même latitude ont déjà été notées. L'influence maritime sur la rigueur du climat serait très importante (Saunders 1976). La situation particulière de l'Hémiarctique au Québec à une latitude plus basse que celle notée pour cette zone lorsque comparée à d'autres régions du globe ainsi que l'influence de la mer d'Hudson, devraient être considérées. Tout en tenant compte des facteurs écologiques et historiques reliés à la dernière glaciation, une analyse des bases génétiques de la réponse climatique des moustiques pourrait également

fournir des éléments intéressants dans la compréhension de l'évolution et la migration des espèces en milieu nordique.

Bien que l'on admet généralement que les facteurs écologiques responsables du choix des sites de ponte par les moustiques seraient mis en évidence avec plus de netteté en région nordique, où il ya moins d'espèces et où la pression de sélection est plus grande, l'on connaît peu de choses sur les phénomènes de compétition inter-spécifiques et intra-spécifiques des moustiques. De plus, le nombre de mares d'eau temporaires ou permanentes, résultant du mauvais drainage sur pergélisol, de la fonte rapide des neiges au printemps et des précipitations abondantes, nous semble très grand dans ces régions, on ignore la proportion de sites réellement valides pour le moustique. Notre expérience sur le terrain a permis en effet de constater que le moustique est absent dans un grand nombre de mares de la tourbière à paises.

Ce dernier aspect nous amène à discuter de la protection apportée aux espèces par l'habitat. Dans son traité sur les arthropodes arctiques Danks (1981), signale que les espèces arctiques évitent les conditions adverses au lieu de les confronter. Les espèces aquatiques vivant dans un habitat qui est réchauffé par radiation solaire mais protégé des changements rapides de température est très commun. Haufe et Burgess (1956) ont démontré le rôle température du pergélisol sur la température de l'eau de mares à Aedes communis et la migration des larves de cette espèce vers les zones de température préférentielle selon les variations

journalières de température. Les mares de paises peu dégradées et profondes, sans doute influencées par la proximité d'une masse importante de pergélisol, ainsi que les mares de combes à neige, possèderaient cette caractéristique contrairement aux mares de rocher soumises à un réchauffement et à un refroidissement rapides. Une analyse en composantes principales de la distribution des populations larvaires de moustiques en milieu rocheux pour l'ensemble du secteur de Poste-de-la-Baleine a montré qu' A. communis est principalement distribuée dans le secteur des combes à neige. Ainsi, le rôle température de ces mares, ainsi que les caractéristiques de l'oviposition pourraient expliquer partiellement le choix préférentiel d'A. communis pour ces sites. Nous appuierons cet énoncé par l'étude de Savignac (1980) qui a démontré qu'A. communis présente un développement larvaire relié à un nombre de degrés jours à atteindre étalé sur une certaine période.

De plus amples recherches en milieu nordique permettront sans doute de préciser la notion d'habitat larvaire, de mettre en lumière les facteurs de distribution zonale des espèces et de mieux comprendre les facteurs écologiques responsables du choix de la sélectivité des femelles de moustique pour leur site d'oviposition.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BECK, S.D. 1980. Insect photoperiodism. Second edition. Academic Press. 387 p.
- BELLONCIK, S., L. POULIN, A. MAIRE, A. AUBIN, M. FAUVEL, and F.X. JOUSSET. 1982. Activity of California encephalitis group viruses in Entrelacs (province of Québec, Canada) Can. J. Microbiol. 28:572-579.
- BROWN, R.J.E. 1970. Nature of Permafrost. In Permafrost in Canada. Its influence on northern development. Toronto University Press. p. 3-30.
- BROWN, R.J.E. 1979. Permafrost distribution in the southern part of the discontinuous zone in Québec and Labrador. Geogr. Phys. Quat. 33:279-289.
- CINQ-MARS, L. 1966. Mise au point sur les violettes (Viola spp.) du Québec. Nat. Can. 93:895-958.
- CRUM, H.A. and L.E. ANDERSON. 1981. Mosses of eastern North America. Vol. 1. 663 p. Columbia University Press.
- DAHL, C. 1974. Circumpolar Aedes (Ochlerotratus) species in North Fennoscandia. Mosq. Syst. 6:57-73.
- DANKS, H.W. 1981. Arctic arthropods. A review of systematics and ecology with particular reference to the north american fauna. Entomological Society of Canada. 605 p.
- DEVER, L. LAITHIER, M. et C. Hillaire-Marcel. 1982. Caractéristiques isotopiques (18 O, 13 CO₂, 3 H) des écoulements dans une tourbière sur pergélisol au Nouveau-Québec. Can. J. Earth. Sci. 19:1255-1263.

- DIONNE, J.C. 1978. Formes et phénomènes périglaciaires en Jamésie, Québec Subarctique. Nat. Can. 32(3):187-247.
- DIXON, W.J. and Al. 1981. BMDP STATISTICAL SOFTWARE 1981. University of California Press. 726 p.
- DUCRUC, J.P., R. ZARNOVICAN, V. GERARDIN et M. JURDANT. 1976. Les régions écologiques du territoire de la baie de James: Caractéristiques dominantes de leur couvert végétal. Cah. Geogr. Qué. 20(50):365-392.
- ENVIRONNEMENT CANADA. Résumé mensuel. Données météorologiques pour le Canada oriental. Division des services climatologiques. Service de l'environnement atmosphériques. Centre d'édition Approvisionnements et Services Canada. (1977-1982)
- FERNALD, M.L. 1970. Gray's Manual of Botany. 8ed. American Book Compagny, New York. 1632 p.
- FHRONE, W.C. 1953. Mosquito breeding in Alaskan salt marshes, with special reference to Aedes punctodes Dyar. Mosq. News. 12:263.
- FOREST, P. et A. LEGAUT. 1977. Analyse de la flore vasculaire de Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec. Nat. Can. 104:543-566.
- GAUTHIER, R. 1980. La végétation des tourbières et les sphaignes du parc des Laurentides, Québec. Laboratoire d'écologie forestière. Univ. Laval, Qué. No 3. Etudes écologiques. 634 p.
- GELLER, S. 1975. Abregé de statistiques à l'usage des étudiants en médecine et en biologie. Masson & Cie. 222 p.
- GOYETTE, D et A. MAIRE. 1980. Les sentiers de caribou dans l'Hémiarctique, un type séculaire de biotope à larves de moustiques (Culicidae). Can. Ent. 112:1007-1012.
- GREEN, R.H. 1979. Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists. John Wiley and Sons. 257 p.

- GUINOCHET, M. 1973. Phytosociologie. Masson & Cie. 227 p.
- HAMELIN, L.E. et A. CAILLEUX. 1969. Les paises dans le bassin de la Grande Rivière de la Baleine. Rev. Geogr. Montr. 23:239-337.
- HAUFE, W.O. and L. BURGESS. 1956. Development of Aedes (Diptera:Culicidae) at Fort Churchill, Manitoba, and prediction of dates of emergence. Ecology 37(3):500-519.
- ISOVIITA, P. 1966. Studies on Sphagnum L. I. Nomenclatural revision of the European taxa. Ann. Bot. Fenn. 3:199-264.
- JENKINS, D.W. and K.L. KNIGHT. 1950. Ecological survey of the mosquitoes of the Great Whale River, Québec. Proc. Ent. Soc. Wash. 52:209-223.
- JOHNSON, H.J. 1981. The use and misuse of statistics in wildlife habitat studies. p 11-19. In The Use of Multivariate Statistics in Studies of Wildlife Habitat. General Technical Report RM-87. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Forest Service. U.S. Department of Agriculture. 249 p.
- LAGAREC, D. 1979. Etude géomorphologique de paises en Hudsonie. (Nouveau-Québec) Thèse Ph.D. Univ. Laval. 308 p.
- LEGENDRE L. et LEGENDRE P. 1979. Ecologie numérique Tome I et II. PUQ. & Masson. 197 et 254 p.
- MAIRE, A. 1980a. Ecologie comparée des espèces de moustiques holarctiques. (Diptera:Culicidae) Can. J. Zool. 58:1582-1600.
- MAIRE, A. 1980b. Ecologie des moustiques du Québec. (Diptera:Culicidae). Thèse de doctorat d'état. Université scientifique et médicale de Grenoble.
- MAIRE, A. 1982. Selectivity by six snow melt mosquito species for larval habitats in Québec string bogs. Mosquito News. 42:236-243.
- MAIRE, A. 1983. Sélectivité des femelles de moustiques (Culicidae) pour

leur sites d'oviposition: Etat de la question. Rev. Can. Biol. exptl. 42(2):235-241.

MAIRE, A. et A. AUBIN. 1976. Inventaire et classification écologique des biotopes à larves de moustique (culicides) de la région de Radisson (Territoire de la baie de James, Québec) Can. J. Zool. 54:1979-1991.

MAIRE, A. et A. AUBIN. 1980. Les moustiques du Québec (Diptera: Culicidae) Essai de synthèse écologique. Mem. Soc. Ent. Qué. No. 6 107p

MAIRE, A. et B. BUSSIERES. 1983. Analyse de la distribution des populations larvaires de moustique (Diptera: Culicidae) dans l'Hémisphère arctique. Can. J. Zool. 61:2539-2549

MAIRE, A. , MAILHOT, Y. et A. AUBIN. 1979. Caractérisation écologique des biotopes à larves de moustiques (Culicidae) du littoral subarctique de la baie de James, Québec. Can. Ent. 111:251-272.

NATVIG, L.R. 1948. Contribution to the knowledge of the Danish and Fennoscandian mosquitoes: Culicini. Nor. Entomol. Tidskr., Suppl. I.

NIKOLAEVA, N.V. 1978. Numbers of bloodsucking mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the forest and tundra biocenoses of South Yamal. Zool. Zh. 7:1017-1023 (en russe, résumé anglais).

McLEAN, D.M. 1979. Bunyavirus infection rates in Canadian arctic mosquitoes, 1978. Mosquito News 39(2):364-367.

McLEAN, D.M., S.K.A. BERGMAN, A.P. GOULD, P.N. GRASS, M.A. MILLER et E.E. SPRATT. 1975. California encephalitis virus prevalence throughout the Yukon Territory, 1971-1974. Am. J. Trop. Med. Hyg. 24(4):676-684.

NIELSEN, L.T. 1979. Mosquitoes, the mighty killers. Nat. Geogr 156(3):426-440.

- OSTROUSHKO, T.S. 1967. Blood-Sucking mosquitoes from the Komi ASSR and their biology. *Parazitologiya*, 1:311-318 (en russe, résumé anglais).
- PAUTOU, G. , AIN, G. , GILOT, B. , COUSSERANS, S. , GABINAUD, A. et P. SIMONNEAU. 1973. Cartographie écologique appliquée à la démoustication. Documents pour la cartographie écologique II: 1-16.
- PAYETTE, S. 1974. Classification des formes de croissance de Picea glauca (Moench.) Voss. et de Picea mariana (Mill.) BSP. en milieux subarctiques et subalpins. *Nat. Can.* 101:893-903.
- PAYETTE, S. 1975. La limite septentrionale des forêts sur la côte de la Baie d'Hudson, Nouveau-Québec. *Nat. Can.* 102:317-329.
- PAYETTE, S. 1976. Succession écologique des forêts d'épinette blanche et fluctuations climatiques, Poste de la Baleine, Nouveau-Québec. *Can. J. Bot.* 54:1394-1402.
- PAYETTE, S. 1979. La limite septentrionale des forêts sur la côte orientale de la baie d'Hudson, Nouveau-Québec. *Nat. Can.* 102:317-329.
- PAYETTE, S. 1983. The forest-tundra and present tree-lines of the northern Québec-Labrador peninsula. p. 3-23. In Tree-Line Ecology. Proceedings of the Northern Québec Tree-Line Conference. Collection Nordicana No. 47. Centre d'Etudes Nordiques de l'Université Laval. 188 p.
- PAYETTE, S et L. FILION. 1975. Ecologie de la limite septentrionale des forêts maritimes. Baie d'Hudson, Nouveau-Québec. *Nat. Can.* 102(6):783-802.
- PAYETTE, S. et B. GAUTHIER. 1972. Les structures de végétation interprétation géographique et écologique. Classification et application. *Nat. can.* 99:1-26.
- PAYETTE, S. et R. GAGNON. 1979. Tree-line dynamics in Ungava peninsula, Northern-Québec. *Holarctic Ecology* 2:239-248.

- PAYETTE, S. et LAGAREC D. 1972. Observations sur les conditions d'enneigement à Poste de la Baleine, Nouveau-Québec. Cah. Géogr. Qué. 16(39):469-481.
- PAYETTE, S. , SAMSON, H. and D. LAGAREC. 1976. Evolution of permafrost in the taiga and in the forest-tundra, western Québec-Labrador peninsula. Can. J. For. Res. 6:203-220.
- PORSILD, A.E. and W.J. CODY. 1980. Vascular plants of continental Northwest Territories, Canada. National Museums of Canada. 667 p.
- RAILTON, J.B. 1968. The ecology of palsa bogs. M.Sc. Thesis. Univ. of Toronto. 89 p.
- RICHARD, P. 1978. Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec. Nat. Can. 105(3):195-207.
- ROUSSEAU, C. 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador, Distribution des principales espèces vasculaires. Travaux et documents du Centre d'Études Nordiques. No. 7. Presses de l'Université Laval, Québec. 798 p.
- ROUSSEAU, J. 1952. Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'Hémiarctique. J. Can. Bot. 30(4):436-474.
- ROUSSEAU, J. 1961. La zonation latitudinale dans la péninsule Québec-Labrador. Ecole pratique des Hautes-Études (Sorbonne). Centre d'études arctiques, Contrib. I.
- SAMSON, H. 1974. Evolution du pergélisol en milieu tourbeux en relation avec le dynamisme de la végétation. Golfe de Richmond, Nouveau-Québec. These M.Sc. Univ. Laval. Québec. 105 P.
- SAVIGNAC, R. 1980. Dynamique des populations larvaires de trois espèces de Culicidae (Diptera) dans quelques milieux humides de la Basse-Mauricie (Québec). Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 94 p.
- SAUNDERS, D.S. 1976. Insect clocks. Pergamon Press. 279 p.

- SEGUIN, M.K. et J. CREPAULT. 1979. Etude géophysique d'un champ de paises à Poste de la Baleine, Nouveau-Québec. Geogr. Phys. Quat. 33:327-337.
- SOMMERMAN, K.M. 1977. Biting fly-arbovirus probe in interior Alaska (Culicidae) (Simuliidae)-(SSH:California complex) (Northway: Bunyamera group). Mosquito News 37(1):90-103.
- TATSUOKA, M.M. 1970. Discriminant analysis: The study of group differences. Selected topics in advanced statistics, an elementary approach. Number 6. Institute for personality and ability testing. Champaign, Illinois, USA.
- TESSIER, C. , MAIRE, A. et A. AUBIN. 1981. Productivité en larves de moustiques (Diptera:Culicidae) des milieux aquatiques peu profonds d'un secteur du Moyen-Nord québécois. (LG-1, Territoire de la baie de James) Can. J. Zool. 59:738:749.
- THIBODEAU, E. et A. CAILLEUX 1973. Zonation latitudinale de structures de thermokarst et de tourbières vers 75 Ouest, Québec. Rev. Geogr. Montr. 26(2):117-138.
- WAGNER, R.J., C. De JONG, M.K. LEUNG, J. McLINTOK and J.O. IVERSEN. 1975. Isolations of California encephalitis virus from tundra mosquitoes. Can. J. Microbiol. 21(4):574-576.
- WASHBURN, A.L. 1973. Periglacial processes and environnements. St-Martin press, New-York. p. 150-161
- WILSON, C.V. 1968. Notes on the climate of Poste de la Baleine, Québec. Univ. Laval. Travaux Centre d'études nordiques. No 4. 93 p.
- WILSON, C.V. 1971. Le climat du Québec. Atlas climatique. Etudes climatologiques II. Service Météorologique du Canada.
- WILLIAMS, B.K. 1981. Discriminant analysis in wildlife research: Theory and applications. p 59-70. In The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat. General technical report RM-87. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Forest Service U.S. Department of Agriculture. 249p.

WOOD, D.M. DANG, P.T. and R.A. ELLIS. 1979. The insects and arachnids of Canada. Part 6. The mosquitoes of Canada Diptera: Culicidae. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario. Publication 1686. 390 p.

ZAR, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice Hall Inc. 620 p.

ANNEXE I

LISTE DES TAXONS

EQUISETACEES

Equisetum arvense L.

Equisetum sylvaticum L.

LYCOPODIACEES

Lycopodium selago L.

PINACEES

Larix laricina (Du Roi) Koch.

Picea glauca (Moench) Voss.

Picea mariana (Mill.) B.S.P.

JONCAGINACEES

Triglochin maritimum L.

POTAMOGETONACEES

Potamogeton alpinus Balbis. var. *tenuifolius* (Raf.) Hult.

POACEES

Calamagrostis canadensis (Michx.) Beauv.

Deschampia flexuosa (L.) Trin.

Hierochloa alpina (Sw.) R. & S.

Phleum commutatum Gaud.

CYPERACEES

Carex aquatilis Wahlenb.
Carex bigelowii Torr.
Carex brunnescens Poir.
Carex canescens L.
Carex chordorrhiza L.f.
Carex leptalea Wahlenb.
Carex limosa L.
Carex livida Willd. var. *grayana* (Dew.) Fern.
Carex magellanica Laur. ssp. *irrigua* (Wahl.) B.S.P.
Carex pauciflora Lightf.
Carex rariflora (Wahl.) Sm.
Carex rostrata Stokes
Carex saxatilis L. s. lat.
Carex tenuiflora Wahlenb.
Carex trisperma Dew.
Carex vaginata Tausch.
Eriophorum angustifolium Honck.
Eriophorum russeolum Fries.
Eriophorum spissum Fern.
Scirpus cespitosus L. ssp. *austriacus* (Pallas) Ash. & Graeb.

JONCACEES

Juncus albescens (Lange) Fern.
Juncus balticus L.

ORCHIDACEES

Habenaria dilatata (Pursh.) Hook.

LILIACEES

Smilacina trifolia (L.) Desf.
Streptopus amplexifolius (L.) D.C. var. *americanus* Schultes.
Tofieldia pusilla (Michx.) Pers.

SALICACEES

Salix arctophila Cockerell

Salix argyrocarpa Anderss.

Salix pedicellaris Pursh

Salix planifolia Pursh

BETULACEES

Betula glandulosa Michx.

BRASSICACEES

Cardamine pratensis L. var. *angustifolia* Hook.

RENONCULACEES

Anemone parviflora Michx.

Caltha palustris L.

Coptis groenlandica (Oeder.) Fern.

POLYGONACEES

Polygonum viviparum L.

DROSERACEES

Drosera rotundifolia L.

SAXIFRAGACEES

Mitella nuda L.

ROSACEES

Amelanchier bartramiana (Taush.) Roemer.

Fragaria virginiana Duchesne

Geum rivale L.

Potentilla fruticosa L.

Potentilla palustris (L.) Scop.

Rubus acaulis Michx.

Rubus chamaemorus L.

EMPETRACEES

Empetrum hermaphroditum Hag.

CORNACEES

Cornus canadensis L.

Cornus suecica L.

VIOLACEES

Viola labradorica Schrank.

Viola pallens (Banks) Brainerd.

PYROLACEES

Pyrola minor L.

SCROPHULARIACEES

Castilleja septentrionalis Lindl.

Pedicularis groenlandica Retz.

Pedicularis labradorica Wirsing.

Veronica alpina L. var. *unalaschensis* C. & S.

MENYANTHACEES

Menyanthes trifoliata L. var. *minor* Raf.

ERICACEES

Andromeda polifolia L.

Arctostaphylos rubra (Rehd. & Wils.) Fern.

Kalmia polifolia Wang.

Ledum groenlandicum Oeder.

Oxycoccus microcarpus Turcz.

Vaccinium uliginosum L. s. lat.

Vaccinium vitis-idea L. var. *minus* Lodd.

LENTIBULARIACEES

Pinguicula villosa L.

Pinguicula vulgaris L.

Utricularia intermedia Hayne.

RUBIACEES

Galium labradoricum Wieg.

CAPRIFOLIACEES

Lonicera villosa (Michx.) R. & S. var. *calvescens* (Fern. & Wieg.) Wieg.

VALERIANACEES

Valeriana dioica L. var. *sylvatica* (Sol.) Gray.

ASTERACEES

Achillea borealis Bong.

Antennaria pulcherrima (Hook.) Greene

Aster puniceus L.

Petasites palmatus (Ait.) Gray.

Senecio aureus L.

Senecio pauciflorus Pursh

Solidago macrophylla Pursh. var. *thyrsoides* (Mey.) Fern.

Solidago purshii Porter.

Taraxacum lapponicum Khilm.

ANNEXE II

LISTE DES SPHAIGNES

LISTE DES SPHAIGNES
TOURBIERE A PALSES
POSTE DE LA BALEINE, NOUVEAU-QUEBEC.

1. *Sphagnum angustifolium* (Russow.) C. Jens.
2. *Sphagnum balticum* (Russow.) C. Jens.
3. *Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr.
4. *Sphagnum fimbriatum* Wils.
5. *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr.
6. *Sphagnum girgensohnii* Russ.
7. *Sphagnum lindbergii* Schimp.
8. *Sphagnum magellanicum* Brid.
9. *Sphagnum nemoreum* Scop.
10. *Sphagnum platyphyllum* (Braithw.) Warnst.
11. *Sphagnum pulchrum* (Braithw.) Warnst.
12. *Sphagnum riparium* Angstr.
13. *Sphagnum rubellum* Wils.
14. *Sphagnum russowii* Warnst.
15. *Sphagnum squarrosum* Crome.
16. *Sphagnum subsecundum* Nees.
17. *Sphagnum teres* (Schimp.) Angstr.
18. *Sphagnum warnstorffii* Russow.